

RESUMEN / ABSTRACT

Los probióticos son alimentos que contienen bacterias que proporcionan un beneficio a la salud de quienes los consumen. Estas bacterias pueden producir proteínas llamadas bacteriocinas, que actúan como agentes antibacterianos. Las bacteriocinas pueden, además de proteger al hospedero contra el ataque de bacterias patógenas, también servir como bioconservadores en alimentos. Hasta ahora, la Nisina es la única bacteriocina que se usa comercialmente en la conservación de alimentos; sin embargo, existen otras con uso potencial como bioconservadores. En este trabajo analizamos aspectos generales de los probióticos, de los conservadores naturales, de las bacteriocinas tanto producidas por bacterias lácticas como por una bacteria que es bioinsecticida.

Probiotics contain bacteria that provide benefits to the consumer's health. Probiotic bacteria may produce proteins called bacteriocins which act as anti-microbial agents. Bacteriocins protect not only consumer against food-borne pathogenic bacteria, but also can play a role as preservatives in food. Currently, Nisin is the only bacteriocin used as a food additive, nevertheless there are other bacteriocins with a potential use as preservatives. In this work, a general overview is presented of probiotics, natural preservatives, bacteriocins from lactic bacteria, and those produced by an insecticidal bacterium.

Recibido: 3 de Junio de 2004

Aceptado: 30 de Septiembre de 2004

\* Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato. Ex-Hacienda El Copal, carr. Irapuato-Silao Km 9. Irapuato, Guanajuato, México. 36500. Tel. y Fax: (01-462) 6242484. Correo electrónico: josebar@dulcinea.ugto.mx

# Probióticos y Conservadores Naturales en Alimentos.

J. E. Barboza-Corona\*; H. Vázquez-Acosta\*; R. Salcedo-Hernández\* y M. Bautista-Justo\*.

## INTRODUCCIÓN

No resulta sorprendente escuchar a nuestra mamá o abuelita decir que anteriormente era más económico ir de compras al mercado, ya que sólo se adquiría lo necesario (vegetales, cereales, frutas, carne, leche, entre otras) para la semana. Sin embargo, actualmente recibimos “bombas” de información publicitaria, bien dirigidas, que inducen a obtener no sólo la despensa semanal, sino también una gran variedad de productos, muchos de los cuales no arrojan ningún beneficio a la salud. No obstante, dentro de los productos que sí proporcionan un beneficio están los llamados alimentos probióticos. Estos contienen microorganismos que benefician la salud del hospedero mediante la adhesión y colonización del tracto intestinal de la persona, lo que permite mantener un equilibrio en las casi 100 billones de bacterias (400 especies bacterianas) que tenemos como flora intestinal. Éstas pueden ser aerobias (requieren oxígeno para vivir), anaerobias facultativas (pueden vivir en ausencia o con cantidades mínimas de oxígeno) y anaerobias obligadas (no requieren oxígeno, incluso éste es tóxico para ellas) (Esquivel-Flores, 2004). La flora intestinal desempeña funciones importantes entre las que se encuentran beneficios nutrimentales (digestión y absorción de nutrimentos, absorción de minerales, síntesis de vitaminas como la B12, vitamina K, ácido fólico, biotina, ácido pantoténico), resistencia a enfermedades (protección contra bacterias patógenas) (Centro de Investigación Nestlé, 2003), estimulación de la movilidad intestinal y regulación del sistema inmune (Esquivel-Flores, 2004).

Con relación a la protección contra bacterias patógenas, los microorganismos probióticos usan varios mecanismos para ejercer su efecto antimicrobiano: producción de ácido láctico, ácido acético, etanol, bióxido de carbono, peróxido de hidrógeno, algunas sustancias antimicrobianas de bajo peso molecular (reuterina, ácido piroglutámico) y bacteriocinas (antibacterianos protéicos) (Ouweland, 1998). En este trabajo revisaremos aspectos generales de los probióticos, de los bioconservadores naturales (bioconservadores) en alimentos y de las bacteriocinas.

**PALABRAS CLAVE:** Probióticos; Bioconservadores; Bacteriocinas; Bacterias lácticas; Bioinsecticida; *Bacillus thuringiensis*.

**KEYWORDS:** Probiotics; Preservatives; Bacteriocins; Lactic bacteria; Bioinsecticide; *Bacillus thuringiensis*.

## PROBIÓTICOS

Tal como se indicó previamente, los alimentos probióticos son aquéllos a los cuales se les han adicionado microorganismos que benefician la salud del hospedero, manteniendo un equilibrio en la flora intestinal. En el mercado se puede encontrar una gran variedad de productos probióticos en diferentes presentaciones, que van desde yoghurts, productos farmacéuticos, hasta fermentados lácteos agridulces. Las bacterias que pueden servir como probióticos se pueden aislar de diferentes tipos de materiales: del tracto intestinal humano, carnes, frutas y vegetales fermentados. Actualmente, la mayor parte de las bacterias usadas como probióticos en productos comerciales, pertenecen a las bacterias lácticas (bacterias que usan carbohidratos como fuente de carbono y producen ácido láctico como producto final) de manera específica *Lactobacilli* y *Bifidobacteria*. Dentro del género *Lactobacillus* podemos encontrar a *L. bulgaris*, *L. acidophilus*; *L. johnsonii* (La1), *L. casei* y *L. caucasicus*, las cuales se han usado para la preparación de una gran variedad de productos lácteos fermentados.

Las bacterias deben cumplir con ciertos requisitos para poder ser consideradas probióticas.

Por ejemplo, deben resistir la acidez del estómago y las sales biliares, fijarse en el epitelio intestinal y colonizar el intestino. Además deben ser capaces de competir con otras bacterias o sus productos tóxicos y aniquilarlos mediante cambios de pH intestinal o por la producción de proteínas antibacterianas llamadas bacteriocinas. Existen algunas bacterias como *Streptococcus thermophilus* y *L. bulgaricus* que se usan en la preparación de yoghurts, las cuales no sobreviven al paso por el estómago, sin embargo liberan lactasa ( $\beta$ -galactosidasa) y ayuda a digerir la lactosa (azúcar presente en la leche), auxiliando de esta forma a disminuir la intolerancia a la lactosa (Centro de Investigación Nestlé, 2003).

Además de que las bacterias probióticas pueden desempeñar un papel benéfico para la salud de quien los ingiere, desde un punto de vista biotecnológico pueden tener otras utilidades. Por ejemplo, las bacterias lácticas de forma natural o añadidos favorecen el desarrollo de las características sensoriales de productos fermentados, y también actúan como agentes antimicrobianos contra bacterias patógenas en alimentos (Escudero-Abarca y Sánchez-Esquivel, 2002) con lo cual pueden considerarse como bacterias conservadoras (Tabla 1). El actuar contra bacterias patógenas es importante ya que

Tabla 1. Ejemplos de bacterias patógenas presentes en los alimentos \*

Bacteria	Algunos alimentos que pueden estar contaminados
<i>Listeria monocytogenes</i>	Leche cruda, pescado, carnes rojas, alimentos precocidos, vegetales crudos
<i>Clostridium botulinum</i>	Enlatados, alimentos secos, zumos de frutas, gelatinas, carnes, agua
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Lácteos, carnes, superficies (manos, alimentos, equipo, ropa, envases)
<i>Aeromonas hidrófila</i>	Pescado, crustáceos, hortalizas y frutas frescas
<i>Escherichia coli</i>	Panadería, enlatados, lácteos, huevos, pescado, zumos, frutas, agua
<i>Staphylococcus aureus</i>	Panadería, enlatados, cereales, lácteos, huevos, pescado, gelatina, carne
<i>Bacillus cereus</i>	Panadería, cereales, lácteos, huevos, pescado, zumos, gelatina, carnes
<i>Salmonella typhimurium</i>	Lácteos, panadería, huevos, pescado, zumos, hortalizas, frutas, carnes
<i>Enterobacteriaceae</i>	Huevos, carne, alimentos precocidos
<i>Pseudomonas spp.</i>	Agua, pescado, carne
<i>B. weihenstephanensis</i> *	Arroz hervido, leche cruda

\*Datos modificados de Roberts y col., 1995.

\*Cherif y col., 2001.

muchas de ellas, incluyendo a *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophila* y *Clostridium botulinum* pueden crecer a temperatura de refrigeración (Lewus y Montville, 1992).

## CONSERVADORES EN ALIMENTOS

Cuando adquirimos en el supermercado o en la tienda de al lado un alimento, éste puede ser procesado (cárnicos, mermeladas, panes, etc.) o no procesado (fruta, vegetales, granos, etc.) (Fig. 1). Sea cual sea el origen, es posible que dicho alimento pueda haber sufrido alguna contaminación de manera no intencional o contener algún aditivo. Dentro de los contaminantes no intencionales se pueden encontrar componentes naturales del propio alimento, toxinas producidas por alguna bacteria, productos derivados del procesamiento del alimento y de la contaminación ambiental, contaminantes que resultan del manipuleo del alimentos tales como pesticidas y fertilizantes, entre otros. Por otro lado, los aditivos se añaden de manera intencional para preservar y/o mejorar las características del alimento, algunos ejemplos son los conservadores, colorantes, antioxidantes, emulsionantes, sabori-



Figura 1. Los niños son un grupo importante que debería consumir alimentos de diferentes fuentes y propiedades, entre ellos los probióticos. Los conservadores naturales (bacteriocinas) pueden obtenerse de bacterias que crecen de manera habitual en productos lácteos, carnes, frutas y vegetales fermentados, entre otros.

zantes, acidulantes, edulcorantes y humectantes. Los conservadores se adicionan con el propósito de controlar el crecimiento de microorganismos (bacterias y hongos), y pueden ser químicos o naturales (bioconservadores). Entre los conservadores químicos se encuentran el benzoato de sodio, el ácido sórbico, sulfitos, nitritos, nitratos, peróxido de hidrógeno y cloruro de sodio. Por ejemplo, es común encontrar el benzoato de sodio en refrescos, bebidas de frutas, margarinas, aderezos y otros alimentos con carácter ácido; y el ácido sórbico en frutas secas, quesos, productos de panificación, bebidas carbonatadas o no carbonatadas y productos derivados de pescado, para controlar levaduras y mohos (De Man, 1999).

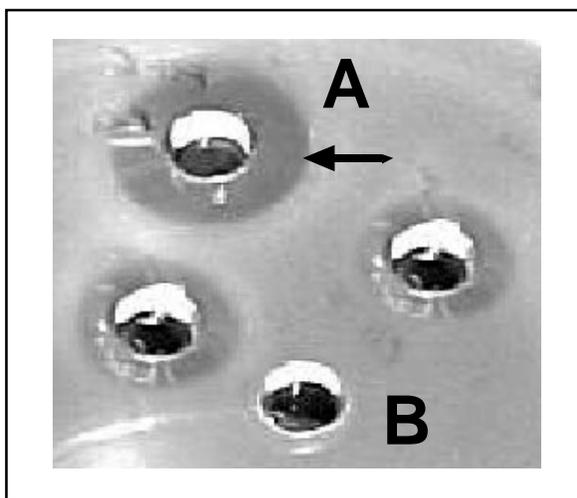
A pesar de que la mayor parte de los conservadores usados en alimentos son de origen químico, existen diversos productos de origen natural provenientes de plantas y microorganismos que pueden ser usados como bioconservadores en alimentos. Se estima que del 1 % al 10 % de las cerca de 500 000 especies de plantas que existen en el mundo, tienen uso como alimento o medicinal. Existen diversos productos de origen botánico los cuales poseen una actividad antimicrobiana como el ajo, orégano, mostaza, canela, albahaca, tomillo, pimienta, mejorana, chile, achiote, cebolla, cilantro, té, limón y naranja. Por ejemplo, un escabeche para marinar el pollo con orégano y tomillo almacenado a 4 °C fue altamente tóxico a *Salmonella typhimurium*, *Campilobacter jejuni* y *Listeria monocytogenes* (Draughon, 2004).

Además de los conservadores de origen natural provenientes de plantas, existen antimicrobianos producidos por bacterias que son de origen protéico llamadas bacteriocinas.

## BACTERIOCINAS

Las bacteriocinas son proteínas sintetizadas (traducidas) a nivel ribosómico por bacterias, con actividad antimicrobiana sobre especies genéricamente muy relacionadas, y cuya actividad no es letal a la célula productora (Escudero-Abar-

ca y Sánchez-Esquivel, 2002; Ryley y Wertz, 2002) (Fig. 2). Pueden tener un efecto antimicrobiano por sí solas, aunque también existen los llamados “sistema de dos péptidos” en los cuales requieren de dos proteínas que son inactivas de manera aislada, pero cuando se combinan el efecto antimicrobiano se potencia. Las bacteriocinas son proteínas de secreción, las cuales pueden ser transportadas al exterior de la célula por proteínas del sistema ABC (ATP binding cassette) que usan ATP como fuente de energía, o por un sistema de secreción general (sistema *sec*-dependiente). De manera general, las bacteriocinas se clasifican en cuatro clases. En la clase I o lantibióticos, se encuentran aquellas proteínas que sufren modificaciones postraduccionales (cambios después de las síntesis de la proteína). En las clases II y III o no lantibióticos, se engloban las que no sufren modificaciones postraduccionales. En la clase IV, se agrupan aquellas que se encuentran asociadas a lípidos o carbohidratos (Garneau y col., 2002).



**Figura 2.** Las bacteriocinas sintetizadas por *Pediococcus ácidolactici* fueron confrontadas contra la bacteria *Listeria innocua*, mediante la prueba de difusión de pozos. Muestras de bacteriocinas fueron colocadas en los pozos y se dejaron difundir. Posteriormente se colocó una sobrecapa de un cultivo de *L. innocua* y se incubaron durante toda la noche. Las bacteriocinas inhibieron el crecimiento de *L. innocua*. En (A) puede observarse el efecto antibacteriano mediante la formación de un halo de inhibición (indicado con una flecha). En (B) se colocó una muestra de proteínas secretadas por una bacteria que no produce bacteriocinas, tal como era de esperarse no se observó ningún efecto inhibitorio.

Aún cuando en la clasificación de las bacteriocinas se ha incluido la palabra antibiótico, de manera estricta difieren de ellos en el sentido que no se usan en el tratamiento de enfermedades. Si las bacteriocinas tuvieran ambos usos (en alimentos y medicamentos) sería un grave problema, ya que podrían desencadenar problemas de resistencia bacteriana. Por otro lado, desde un punto de vista ecológico, las bacteriocinas les sirven a los microorganismos productores para que puedan establecerse en una comunidad, o bien para evitar que otras bacterias puedan invadir su nicho ecológico (Riley y Wertz, 2002).

La información genética para codificar (producir) las bacteriocinas, puede estar localizada en cromosomas, plásmidos (DNA extracromosómico) o ambos. Por ejemplo, las colicinas producidas por *Escherichia coli* son codificadas por genes ubicados en plásmidos; las bacteriocinas de *Pseudomonas aeruginosa* por genes en cromosoma, y las de *Serratia marcescens* tanto en plásmidos como en cromosomas (Ryley y Wertz, 2002). Además del gen estructural que codifica la bacteriocina, deben existir los elementos genéticos para codificar una proteína de inmunidad (para proteger a la bacteria generadora de la bacteriocina), un transportador del tipo ABC (en caso de requerirlo), y una proteína accesoria necesaria para la externalización de la bacteriocina (Garneau y col., 2002).

## BACTERIOCINAS PRODUCIDAS POR BACTERIAS LÁCTICAS

Algunas bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas tal como la Nisina, inhiben no solamente a bacterias genéricamente muy relacionadas, sino también a patógenos de alimentos como *Listeria monocytogenes* (causante de la Listeriosis que produce fiebre, diarrea, dolor de cabeza, dolor en el cuello, pérdida de equilibrio) o de bacterias que esporulan (producen esporas) como *Clostridium* (Tabla 2). Debido a esto, el interés por usar a las bacteriocinas como un arsenal de conservadores naturales en

Tabla 2. Bacteriocinas producidas por algunas bacterias.

Bacteria	Bacteriocina	Bacterias sensibles
<i>Lactococcus lactis</i>	Nisina*	<i>Lactococcus</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Listeria</i> , <i>Clostridium</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Bacillus</i>
<i>Carnobacterium piscícola</i>	Carnosina	<i>Carnobacterium</i> , <i>Lactobacillus</i>
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Pediocina	<i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Listeria monocytogenes</i>
<i>Lactococcus lactis</i>	Lacticina 3147*	<i>Acetobacter</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Clostridium</i> , <i>Listeria</i> , <i>Enterococcus</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Lactobacillus</i>
<i>Lactobacillus salivarius</i>	ABP-118†	<i>Bacillus</i> , <i>Listeria</i> , <i>Enterococcus</i> , <i>Staphylococcus</i>
<i>Streptococcus mutans</i>	Mutacina IV†	Varias especies de Estreptococos orales y Actinomicetos

Tomado de Garneau y col. 2002; Escudero-Abarca y Sánchez Esquivel, 2002; Ouwehand, 1998; O'Sullivan y col., 2002.

\* Única bacteriocina con reconocimiento GRAS y que se usa como bioconservador en la preparación de varios alimentos.

† Bacteriocinas pertenecientes al sistema de dos péptidos.

alimentos se ha incrementado en los últimos años (O'Sullivan y col., 2002). Hasta ahora, la Nisina es la única bacteriocina con el nombramiento GRAS (Generally Recognized as Safe), que le da la "etiqueta" de reconocida como segura, por lo que actualmente se usa como bioconservador en varios alimentos como el yogurth, cárnicos, vegetales enlatados, frutas, postres, cervezas y vinos (Escudero-Abarca y Sánchez-Esquivel, 2002).

## BACTERIOCINAS PRODUCIDAS POR UNA BACTERIA INSECTICIDA

*Bacillus thuringiensis* es una bacteria que no deja de sorprender por la gran cantidad de compuestos que sintetiza (quitinasas, proteasas, fosfolipasas, bacteriocinas,  $\beta$ -exotoxinas, proteínas como: Cry, Cyt y Vip) y que tienen posibilidad de uso biotecnológico. Esta bacteria es el bioinsecticida más exitoso a nivel mundial para el control de plagas agrícolas y tiene una gran aceptación como agente de biocontrol en la agricultura orgánica. El principio activo de sus productos comerciales lo constituyen millones de cristales protéicos, cada uno de los cuales está formado por miles de proteínas llamadas Cry

(del inglés "crystal") (Barboza-Corona y Escudero-Abarca, 2002). Los genes que codifican las proteínas Cry han servido como material genético para la generación de plantas transgénicas como el maíz, la papa, tomate, algodón, las cuales son resistentes al ataque de insectos.

La mayor parte de los reportes de *B. thuringiensis* tiene que ver con las proteínas insecticidas Cry y Cyt, en los demás campos la información es bastante escasa. Las bacteriocinas producidas por *B. thuringiensis* no son la excepción. Hasta ahora se han reportado 5 bacteriocinas producidas por diferentes especies de *B. thuringiensis* (Favret y Youngston, 1989; Paik y col., 1997; Cherif y col., 2001; Ahern y col., 2003; Cherif y col., 2003). Las bacteriocinas de *B. thuringiensis* tienen actividad contra algunas bacterias patógenas presentes en alimentos como *L. monocytogenes*, *Pseudomonas aeuroginosa*, *B. cereus* y *B. weihenstephanensi* (Tabla 3). Estos reportes hacen aún más loable el papel biotecnológico de los productos sintetizados por *B. thuringiensis*, ampliando su horizonte de acción, de bioinsecticida, a la retardación de la contaminación de patógenos en plantas, en la preservación de granos (Paik y col., 1997) y a su potencial empleo como conservador en alimentos.

Tabla 3. Bacteriocinas producidas por diversas cepas del bioinsecticida *Bacillus thuringiensis*.

Bacteriocina	Masa molecular	Bacterias sensibles	Referencia
Entomocina 9	12,4 kDa	<i>B. thuringiensis</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Pseudomona aeuroginosa</i>	Cherif y col., 2003
Thuricina 439	≈ 3,0 kDa	<i>B. thuringiensis</i> , <i>B. cereus</i> , <i>L. innocua</i> 4202	Ahern y col. 2003
Thuricina 7	11,6 kDa	<i>B. thuringiensis</i> , <i>B. cereus</i> , <i>B. micoides</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>B. weihenstephanensis</i>	Cherif y col. 2001
Tochisina	10,5 kDa	Diversas especies de <i>B. thuringiensis</i> , <i>B. cereus</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Paik y col., 1997
Thuricina	950,0 kDa	Diversas especies de <i>Bacillus</i>	Favret y Youngston, 1989

## MANIPULACIÓN GENÉTICA

En los últimos años han surgido varias bacterias patógenas presentes en alimentos, las cuales se han hecho resistentes a los antibióticos, tales como *Salmonella entérica*, serovar *thyphimurium*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Campilobater jejuni* y *Enterococcus faecium* (Matthewes, 2004). Esto estimula aún más el interés en la búsqueda de bacteriocinas, o combinaciones de ellas, que eviten la contaminación de los alimentos con ese tipo de bacterias.

Ya que la expresión de las bacteriocinas es regulada a nivel de DNA, su manipulación genética es posible. Debido a los bajos niveles de expresión que pueden presentar algunas bacteriocinas, su efecto antimicrobiano puede pasar desapercibido por lo que un aumento en la producción de la bacteriocina sería recomendable. Esto puede lograrse si el gen pudiera clonarse en un vector de expresión o bien manipulándolo de tal forma que pudiera tener elementos “fuertes” (promotores, regiones estabilizadoras de las proteínas, etc.) que pudieran elevar el nivel de producción en la bacteria. Ya que el espectro de acción es muy limitado para algunas bacteriocinas, podrían obtenerse bacterias que expresaran al mismo tiempo dos bacteriocinas, aumentando de esta forma el espectro de acción contra patógenos presentes en alimentos. Quizás conociendo en detalle las regiones de las

bacteriocinas responsables del efecto antimicrobiano, podría diseñarse una sola bacteriocina quimérica con diferente espectro de acción.

Aun cuando pueden aprovecharse los conocimientos y estrategias que ahora se tienen en relación a la Biología Molecular e Ingeniería Genética que permiten manipular las bacteriocinas, quizás lo más recomendable sería hacer la manipulación y usar el producto ya aislado y purificado como un aditivo en alimentos. Es decir, no usar la bacteria transgénica en los alimentos, sino solamente la bacteriocina ya manipulada, ya que esto podría desencadenar una serie de problemas con el consumidor al escuchar la palabra transgénica.

## AGRADECIMIENTOS

Se desea agradecer al CONCYTEG por la beca otorgada a Herminia Vázquez Acosta para participar en el Primer Verano de Investigación Estatal, y a la Dra. Blanca Escudero de la Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos (UNIDA) del Instituto Tecnológico de Veracruz, por la donación de las bacterias *Pediococcus acidolactici* y *Listeria innocua*.

## REFERENCIAS

- Ahern, M. Verschuere, S. y Van Sinderen, D. (2003). Isolation and characterization of a novel bacteriocin

- produced by *Bacillus thuringiensis* strain B439. *FEMS Microbiology Letters*. 220: 127-131.
- Barboza-Corona, J.E. y Escudero-Abarca, B.I. (2002). Como usar una bacteria para combatir plagas y hongos. *Ciencia*. 53(3): 76-83.
- Centro de Investigación Nestlé.(2003). *Probióticos y microflora intestinal del hombre*. Lausanne (Suiza)
- Cherif A., Chehimi, S. Limen, F., Hansen B.M. Hendriksen, N.B., Daffonchio, D. y Boundabous, A. (2003). Detection and characterization of the novel bacteriocin entomocin 9 and safety evaluation of its producer, *B. thuringiensis* ssp. *entomocidus* HD9. *Journal of Applied Microbiology*. 95(5): 990-1000.
- Cherif, A., Ouzari, H., Daffonchio, D., Cherif H, Ben Slama, K., Hassen, A., Jaoua, S. y A. Boundabous. (2001). Thuricin 7: a novel bacteriocin produced by *Bacillus thuringiensis* BMG1.7, a new strain isolated from soil. *Letters in Applied Microbiology*. 32: 243-247.
- DeMan, J.M. (1999). Additives and contaminants. In *Principles of Food Chemistry*. U.S.A. Kluwer Academic/ Plenum Publishers. pp: 429-473.
- Draughon, F.A. (2004). Use of botanical as biopreservatives in food. *Food Technology*. 58(2): 20-28.
- Escudero-Abarca, B. I. y Sánchez Esquivel, S. (2002). Bacteriocinas de bacterias lácticas: biosíntesis y transporte. *Revista de Educación Bioquímica*. 21(1):12-20.
- Esquivel-Flores, G. (2004). Los probióticos ¿realidad o mentira?. *Cuadernos de Nutrición*. 27(1): 21-28
- Favret, M.E. y Youngston A.A. (1989). Thuricin: the bacteriocin produced by *Bacillus thuringiensis*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 53: 3450-3455.
- Garneau, S., Martín N.I. y Vederas J.C. (2002). Two peptide bacteriocins produced by lactic acid bacteria. *Biochimie* 84: 577-592
- Lewus, C.B. y Montville, T. J. (1992). Further characterization of bacteriocins Plantaricin BN, Bavaricin BM and Pediocin A. *Food Biotechnology*. 62(2): 153-157.
- Matthewes, K.R. (2004). Here, there, everywhere: antibiotic-resistant foodborne pathogens. *Food Technology*. 58 (4): 104
- O'Sullivan, L. Ross, R.P. y Hill C. (2002). Potential of bacteriocins producing lactic acid bacteria for improvement in food safety and quality. *Biochimie*. 84: 593-604
- Ouwehand A.C. (1998). Antimicrobial components from lactic acid bacteria. In: *Lactic acid bacteria: microbiology and functional aspects*. Edited by S. Salminen and A. von Wright. 2<sup>nd</sup> ed. New York USA. Marcel Dekker Inc. pp. 139-159.
- Paik, H.D. Bae, S.S. Park, S.H. y Pan, J.G. (1997). Identification and partial characterization of tochicin, a bacteriocin produced by *Bacillus thuringiensis* subsp. *tochigiensis*. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. 19: 294-298.
- Riley, M.A. y Wertz J.E. (2002). Bacteriocin diversity: ecological and evolutionary perspectives. *Biochimie*. 84: 357-364.
- Roberts, D., Hooper, W. y Greenwood, M. (1995). *Practical food Microbiology. Methods for the examination of food for microorganisms of public health significance*. 2<sup>nd</sup> edition. London UK. Edit. Public Health Laboratory, pp. XIV-XV.