

BACTERIOCINAS DE LAS BACTERIAS LÁCTICAS: BIOPRESERVACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Juan Carlos Ramos Gorbeña¹
Tomás Agurto Sáenz¹

RESUMEN

En la actualidad, las personas están interesados en consumir alimentos que, aparte de su valor nutricional, tengan beneficios adicionales como el prevenir enfermedades. El uso de los probióticos como parte de los alimentos o en la fermentación de los mismos, es un área en amplio desarrollo en la industria de alimentos lo que origina un marcado interés por las bacterias ácido lácticas y sus metabolitos. Además, en el campo de la biopreservación de los alimentos, resulta interesante analizar el uso de las bacteriocinas de las bacterias ácido lácticas como una alternativa para sustituir, al menos parcialmente, a los conservantes químicos. La prevención de la ocurrencia de enfermedades en los individuos y la biopreservación de los alimentos han motivado que el mundo industrial y el científico se interese por conocer con mayor detalle el modo de acción de los probióticos y de las bacteriocinas en particular para otorgar confianza al consumidor.

Palabras claves: Bacterias lácticas, bacteriocinas, biopreservación.

SUMMARY

At present, the people are interested in consuming foods that, aside from their nutritional value, have additional benefits like coming up diseases. The use of the probiotic ones like part of foods or in the fermentation of the same, is an area in ample development in the food industry which originates a noticeable interest by the lactic bacteria acid and its metabolites. In addition, in the field of biopreservación of foods, it turns out interesting to analyze the use of the bacteriocinas of the lactic bacteria acid like an alternative to replace, at least partially, to the chemical preservatives. The prevention of the occurrence of diseases in the individuals and the biopreservación of the foods has motivated that the industrial world and the scientist is interested to in detail know the way action of the probiotic ones and of the bacteriocinas in particular to grant confidence to the consumer.

Key words: lactic bacteria, bacteriocins, biopreservation.

Introducción

En los últimos años la seguridad alimentaria ha tenido un auge asombroso y particularmente la microbiológica de los alimentos ha experimentado un desarrollo creciente. Uno de estos avances es la utilización de biopeptidos con actividad antimicrobiana que derivan de la síntesis ribosomal presentes en las bacterias lácticas denominados **Bacteriocinas**.

Son las bacteriocinas derivadas de los procesos fisiológicos y/o metabólicos de las bacterias lácticas (BAL) las que en la actualidad tienen un gran interés por la industria alimentaria debido a su capacidad de inhibir el crecimiento de los microorganismos patógenos y deterioradores de los alimentos (Yang y Ray, 1994).

Las bacteriocinas se encuentran clasificadas a nivel del material genético o de su plásmido bacteriano (Klaenhammer, 1993; Kanatani *et al.*, 1995). Una bacteriocina

puede ser producida por diferentes géneros bacterianos, pero también una misma especie bacteriana puede presentar varios plásmidos que codifiquen diferentes tipos de bacteriocinas (Quadri *et al.*, 1994). La función esencial de las bacteriocinas es la de generar una descompensación o desequilibrio de protones a nivel de la membrana citoplasmática generando daño e incapacidad a las bacterias patógenas y deterioradoras de los alimentos de seguir multiplicándose.

Ya en 1953 Jacob y colaboradores, propusieron el término "**bacteriocinas**" con el objetivo de relacionar a un grupo representativo de sustancias orgánicas de naturaleza proteica que presentan actividad antimicrobiana producidas por bacterias grampositivas y gramnegativas. Los criterios que primaron para que estas sustancias sean consideradas bacteriocinas fueron la presencia de un componente de proteína biológicamente activo y un modo de acción bactericida.

¹ Laboratorio de Microbiología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma. email: jramos@mail.urp.edu.pe, tagurto@mail.urp.edu.pe

Son las bacterias lácticas en la actualidad las más estudiadas con referencia a la producción de biopéptidos activos o bacteriocinas para la aplicación en la biopreservación alimentaria industrial y/o biomédico.

CLASIFICACIÓN DE LA BACTERIOCINAS LÁCTICAS

Las bacteriocinas de las bacterias lácticas (BAL) constituyen un grupo de sustancias antimicrobianas derivadas de la síntesis ribosomal, la mayoría no está bien caracterizada pero podemos mencionar las siguientes: naturaleza química, peso molecular, composición de aminoácidos, termorresistencia, estabilidad al pH, espectro de acción antibacteriano como las principales características a considerar dentro de su clasificación.

La clasificación de las bacteriocinas de las bacterias lácticas fueron establecidas en 4 clases (Klaenhammer, 1993) tomando en consideración su estructura y naturaleza química, peso molecular, secuencia de aminoácidos modificados, estabilidad térmica y modo de acción antibacteriano:

Clase I:

Lantibioticos, Son bacteriocinas de peso molecular pequeño (<5KDa) que contiene aminoácidos poco comunes y modificados post-traduccionalmente.

Clase II:

Bacteriocinas de peso molecular pequeño (<10KDa), termoestable, que no presenta aminoácidos modificados y que actúa a nivel de la membrana citoplasmática. Las bacteriocinas de la Clase II se dividen en:

- **Clase IIa:** Péptidos que presentan en su extremo N-terminal la secuencia YGNGV (donde Y es tirosina, G es glicina; N es asparragina; y, V es valina), denominada secuencia consenso y que muestra una potente actividad inhibitoria frente a *Listeria spp.*
- **Clase IIb:** Bacteriocinas que necesitan para ser activadas de dos péptidos diferentes de forma simultánea y que actúen mediante un mecanismo de formación de poros o canales de paso a nivel de la membrana citoplasmática.
- **Clase IIc:** Bacteriocinas tiol-activadas o péptidos que para ejercer su actividad antimicrobiana requieren de residuos de cisteína, representadas únicamente por lactococcina B (Venema *et al.*, 1993).

Clase III:

Bacteriocinas de alto peso molecular (>30KDa), se inactivan a temperaturas de entre 60°C y 100°C durante una exposición entre 10 a 15 minutos (termolábiles). La mayoría de estas bacteriocinas son producidas por el género *Lactobacillus* (Klaenhammer, 1993).

Clase IV:

Son bacteriocinas más complejas debido a que presentan en su composición estructural una proteína y una o más fracciones de lípidos y/o carbohidrato necesarios para su actividad biológica de inhibición bacteriana.

En los últimos años se han caracterizado bioquímicamente y genéticamente nuevas bacteriocinas a partir de las bacterias lácticas (Klaenhammer, 1993). Recientemente se ha propuesto una nueva clasificación para las bacteriocinas (Ness *et al.*, 1996) en la cual se mantienen las clases I, II y III establecidas por Klaenhammer y se sugiere que se debe completar la caracterización bioquímica de las bacteriocinas comprendidas en la clase IV las que presentan una parte proteica y lipídica o glucosídica antes de ser consideradas como bacteriocinas.

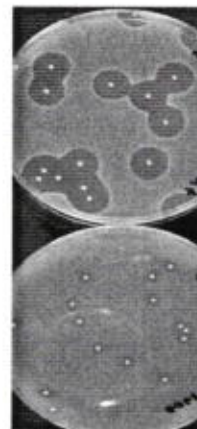
Finalmente estos autores han propuesto agrupar a las bacteriocinas de la clase II en los siguientes grupos:

- **(IIa):** bacteriocinas del tipo pediocina o péptidos que contienen la secuencia consenso (YGNGV) en su extremo N terminal y que muestra una potente actividad antimicrobiana frente a *Listeria*.
- **(IIb):** bacteriocinas que requieren para ser activadas la presencia simultánea de dos péptidos diferentes.
- **(IIc):** bacteriocinas secretadas a nivel de la ruta GSP (General Secretory Pathway) dependiente de un péptido señal.

Las bacteriocinas de la clase I y II han sido las más estudiadas y mejor caracterizadas, debido a sus características fisicoquímicas son excelentes candidatas para ser empleadas como **biopreservantes en la industria alimentaria**.

EFFECTO DE LAS BACTERIOCINAS SOBRE LA MEMBRANA CITOPASMÁTICA BACTERIANA

Las bacteriocinas tienen la capacidad de actuar sobre las bacterias sensibles, desestabilizan y permeabilizan su membrana citoplasmática por medio de la formación de poros transitorios o canales iónicos que causan una reducción de la fuerza motriz de la célula debido a la interacción con polímeros aniónicos que constituyen la pared celular (Grande *et al.*, 2005). La composición y distribución de los fosfolípidos de la membrana citoplasmática influye en la eficiencia de la asociación de la bacteriocina con el citoplasma, su inserción y la formación del poro transitorio, es por este fenómeno que se debe la resis-



(Tomada de Klijn, 2001)

CLASIFICACIÓN DE LAS BACTERIOCINAS LÁCTICAS		
Bacteriocinas	Microorganismo productor	Referencia
CLASE I (lantibioticos)		
Nisina A	<i>L. lactis</i>	De Vuyst y Vandamme (1994)
Nisina Z	<i>L. lactis</i>	De Vuyst y Vandamme (1994)
Salivaricina A	<i>S. salivarius 20P3</i>	Ross et al. (1993)
Estreptococcina A-FF22	<i>S. pyogenes FF22</i>	Jack et al. (1994)
Lacticina 481 (1)	<i>L. lactis CNRZ481</i>	Piard et al. (1992)
Lactococcina Dr (1)	<i>L. lactis ADRIA85L030</i>	Dufour et al. (1991)
Carnocina U149	<i>C. piscicola U149</i>	Stoffels et al. (1992 b)
Lactocina S	<i>Lb. Sake L45</i>	Mortvedt et al. (1991)
CLASE II		
Grupo IIa (tipo pediocina)		
Pediocina PAI (2)	<i>P. acidilactici PAC-10</i>	Henderson et al. (1992)
Pediocina Ach (2)	<i>P. acidilactici H</i>	Bhunja et al. (1998)
Leucocina A-UAL187	<i>Lc. gelidum UAL187</i>	Hasting et al. (1991)
Mesentericina Y105	<i>Lc. mesenteroides Y105</i>	Hechard et al. (1992)
Sakacina A (3)	<i>Lb. sake LB706</i>	Holck et al. (1992)
Curvacina A (3)	<i>Lb. curvatus LTH673</i>	Tichaczek et al. (1992)
Sakacina P (4)	<i>Lb. sake LTH673</i>	Tichaczek et al. (1992)
Sakacina 674 (4)	<i>Lb. sake LB674</i>	Holck et al. (1994a)
Bavaricina A	<i>Lb. bavaricus MI401</i>	Larsen et al. (1993)
Acidocina A	<i>Lb. acidophilus TK9201</i>	Kanatani et al. (1995)
Carnobacteriocina BM1	<i>C. piscicola LV17B</i>	Quadri et al. (1994)
Carnobacteriocina B2	<i>C. piscicola LV17B</i>	Quadri et al. (1994)
Enterocina A	<i>E. faecium CTC492</i>	Aymerich et al. (1996)
Grupo IIb (sistema de dos péptidos)		
Lactococcina M	<i>L. cremoris 9B4</i>	Van Belkum et al. (1991a)
Lactococcina G	<i>L. lactis LM2081</i>	Nissen-Meyer et al. (1992)
Lactacina F	<i>Lb. johnsonii</i>	Allison et al. (1994)
Plantacina S	<i>Lb. plantarum LCPO10</i>	Jimenez-Diaz et al. (1995)
Termofilina L3	<i>S. thermophilus SFi13</i>	Marciset et al. (1997)
Plantacinas EF y JK	<i>Lb. plantarum CH</i>	Diep et al. (1996)
Acidocina J1132	<i>Lb. acidophilus JCM1132</i>	Tahara et al. (1996)
Grupo IIc (see-dependientes)		
Acidocina B	<i>Lb. acidophilus M46</i>	Leer et al. (1995)
Divergina A	<i>C. divergens LV13</i>	Worobo et al. (1995)
Bacteriocina 31 ^a	<i>E. faecalis YII7</i>	Tomita et al. (1996)
CLASE III		
Helveticina	<i>Lb. helveticus 481</i>	Joerger y Klaenhammer (1986)
Caseicina 80	<i>Lb. casei B80</i>	Rammelsberg et al. (1990)

Las bacteriocinas con el mismo número entre paréntesis tienen idéntica secuencia de aminoácidos; *Esta bacteriocina puede incluirse también dentro del grupo IIa; ^aBacteriocinas de la clase II que no se pueden incluir en ningún grupo. Tomado de: Ness et al. (1996). Todas las referencias son citadas por Ness et al. (1996).

cia de los microorganismos a las bacteriocinas (Cintas et al., 2001).

La actividad de inhibición bacteriana se emite en la fase logarítmica temprana y la fase estacionaria (Ogunbanwo et al., 2003) por lo que a la hora de aplicar las bacteriocinas a un alimento a partir de un cultivo iniciador o para su purificación, es importante considerar las etapas de velocidad máxima de producción de la bacteriocina es la fase logarítmica, con el fin de aumentar la efectividad del proceso de acción de estos compuestos frente a microorganismos deterioradores y/ o patógenos importantes. Las bacterias lácticas productoras de bacteriocinas se autoprotegen de la toxicidad de sus

compuestos mediante la expresión de una proteína de inmunidad específica. Es de acuerdo con el tipo de alimento que se quiere preservar con bacteriocinas, que dependerá de su almacenamiento, para lograr que todos los efectos en conjunto permitan la aplicación efectiva de estos biopreservantes, lo que podría requerir de la combinación con otros métodos de conservación como la refrigeración, un método utilizado para extender la vida útil de alimentos perecibles como lácteos y carnes, siendo *Listeria monocytogenes* y *Pseudomonas* ejemplos importantes de microorganismos que causan deterioro bajo refrigeración y que deben controlarse (Rodgers, 2001). Así, la bacteria puede seguir reproduciéndose y liberando más compuestos biopreservantes

en el alimento, lo cual da estabilidad al producto y logra periodos de vida útil más amplios.

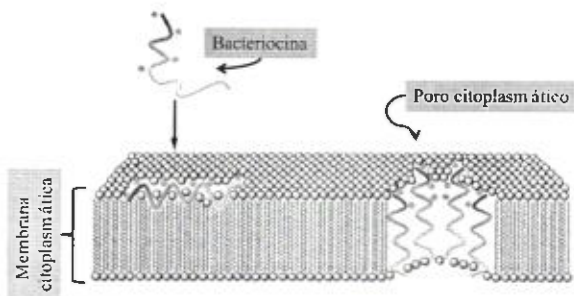


Figura 1: Mecanismo de acción de las bacteriocinas por formación de poros en la membrana bacteriana (tomado de Moll et al., 1999)

UTILIDAD DE LAS BACTERIOCINAS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

La necesidad de ofrecer alimentos mínimamente procesados y el creciente rechazo actual hacia los aditivos químicos por parte del consumidor han llevado a la industria alimentaria a reconsiderar el potencial antibacteriano de las bacteriocinas de las bacterias lácticas como una nueva estrategia de biopreservación alimentaria.

De todas las sustancias antibacterianas producidas por las bacterias lácticas, las bacteriocinas aparecen como las más adecuadas desde un punto de vista biotecnológico para ser utilizadas como biopreservantes de grado alimentario (De Vuyst y Vandame, 1994).

En principio, su naturaleza peptídica permite su degradación por las enzimas digestivas, resultando así presuntamente inocuas para el consumidor y su ecología microbiana intestinal, su espectro de acción incluye a los potenciales patógenos y deterioradores asociados a los alimentos (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, y *Clostridium sp.*, etc.). Sus propiedades físico-químicas las hacen resistentes a los tratamientos térmicos y cambios de pH que sufren los alimentos durante su fabricación y almacenamiento y, además, su pequeño tamaño molecular permite la difusión en sistemas semisólidos, propios de la mayoría de los productos alimentarios.

Adicionalmente, las bacterias lácticas ofrecen la posibilidad de producir las bacteriocinas *in situ* durante el proceso de fabricación. De hecho, se ha demostrado que muchos de los cultivos iniciadores utilizados en sistemas alimentarios producen bacteriocinas (Nettles y Barefoot, 1993). Por lo tanto, se podría evitar la adición directa de una preparación pura de la bacteriocina, que implicaría un mayor gasto económico. La inclusión de cepas bacteriocinogénicas en los cultivos iniciadores puede realizarse de la siguiente manera: Primero utilizar la cepa productora como cultivo iniciador puro y segundo como cultivo iniciador mixto, combinando la

cepa productora con una segunda especie microbiana resistente a la bacteriocina y responsable, al menos en parte, de la fermentación (Daeschel *et al.*, 1991; Harris *et al.*, 1992).

Se aplica con éxito en distintos productos y sistemas alimentarios, con especial referencia a la inhibición de *Listeria* y otros patógenos psicrófilos. La nisina también se utiliza para disminuir la intensidad de los tratamientos térmicos de los alimentos enlatados (Fowler y Gasson, 1991), para controlar la fermentación maloláctica en vinos (Daeschel *et al.*, 1991) y para evitar el crecimiento de bacterias lácticas durante la fabricación de la cerveza (OGDEN *et al.*, 1988).

En la actualidad la nisina es la única bacteriocina legalmente autorizada como conservante en aproximadamente 50 países (Delves-Broughton *et al.*, 1996). En España y en el resto de los países de la Unión Europea, la nisina está autorizada como aditivo alimentario (E234) en quesos fundidos hasta una concentración máxima de 12.5 mg/kg de producto final.

El uso de la nisina en productos cárnicos ha sido menos efectivo. No obstante, otras bacteriocinas como las pediocinas se presentan como buenas candidatas en estos sistemas (Nielsen *et al.*, 1990; Foegeding *et al.*, 1992). Teniendo en cuenta que existe el precedente de la nisina, aprobada por la Food and Drug Administration (FDA, 1988) como conservante alimentario.

CONCLUSIONES

El campo de la biopreservación de los alimentos, resulta interesante analizar el uso de las bacteriocinas de las BAL como una alternativa para sustituir, al menos parcialmente, a los preservantes químicos. La prevención de la ocurrencia de enfermedades en los individuos y la conservación de los alimentos han motivado que el mundo industrial y el científico se interese por conocer con mayor detalle el modo de acción de los probióticos y de sus bacteriocinas en particular para otorgar confianza al consumidor. Diariamente se descubren más bacteriocinas y se analizan sus mecanismos de acción a nivel molecular. No cabe duda que en los próximos años se tendrá un mejor entendimiento de estos péptidos que permitan aprovechar al máximo su potencial en beneficio del hombre.

LITERATURA CITADA

- ALOKOMI, H.; Skytta, E.; Saarela, T.; Latva-Kala, K. 2000. Lactic acid permeabilizes gram-negative bacteria by disrupting the outer membrane. *Applied and Environmental Microbiology*. 66: 2001-2005.
- AMMOR, S.; Tauveron, G.; Dufour, E. & Chevallier, I. 2006. Antibacterial activity of lactic acid bacteria against spoilage and pathogenic bacteria isolated from the same meat small-scale facility 2—Behaviour of pathogenic and spoilage bacteria in dual species biofilms including a bacteriocin-like-producing lactic acid

- bacteria. *Food Control* 17 (2006) 462-468.
- BENKERROUM, N.**; Oubel, H. & Mimoun, L. B. 2002. Behaviour of *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* in yogurt fermented with a bacteriocin-producing thermophilic starter. *Journal of Food Protection* 65, 799-805.
- BERRY, E.D.**; Licwen, M.B.; Mandigo, R.W. & Hutkins, R.W. 1990. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by bacteriocin-producing *Pediococcus* during the manufacture of fermented semidry sausage. *Journal of Food Protection* 53, 194-197.
- CINTAS L.** 2001. Review: Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria. *Food Science and Technology International*, Vol. 7, No. 4, 281-305.
- CLEVELAND, J.**; Montville, T.; Nes F.; Chikindas M. 2001. Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. *International Journal of Food Microbiology* 71 (2001) 1-20.
- DAESCHEL, M.** 1989; Antimicrobial substances from lactic acid bacteria for use as food preservatives. *Food Technol.*, 43: 164-167.
- DAESCHEL, M.**, Jung, D.S. y Watson, B.T. 1991. Controlling wine malolactic fermentation with nisin and nisin-resistant strains of *Leuconostoc oenos*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 57: 601-603.
- DAW M. & FALKNER F.** 1996. Bacteriocins: Nature, Function and Structure. *Micron* Vol, 27, No. 6, pp. 467-479. 1996.
- DE VUYST, L. & VANDAME, E.J.** 1994. Antimicrobial potential of lactic acid bacteria. En Bacteriocins of lactic acid bacteria: microbiology, genetics and application. *Chapman & Hall, Ltd. London*. pp.91-142.
- DEEGAN, L.**; **COTTER, P.**; **HILL, C.**; **ROSS, P.** 2006. Bacteriocins: Biological tools for bio-preservation and shelf-life extension. *International Dairy Journal* 16 (2006) 1058-1071.
- DELVES-BROUGHTON, J.**, Blackburn, P., Evans, R.E. y Hugenholtz, J. 1996. Applications of the bacteriocin nisin. *Antonie van Leeuwenhoek*, 69: 193-202.
- ENNAHAR, S.**; Sonomoto, K. & Ishizaki, A. 1999. Class IIa Bacteriocins from Lactic Acid Bacteria: Antibacterial Activity and Food Preservation. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, Vol. 87, No. 6, 705-716. 1999.
- FOEGEDING, P.M.** Thomas, A.B., Pilkington, D.H. y Klaenhammer, T.R. 1992. "Enhanced control of *Listeria monocytogenes* by in situ-produced pediocin during dry fermented sausage production". *Appl. Environ. Microbiol.*, 58: 884-890.
- FOWLER, G.** y Gasson, M.J. 1991. Antibiotics-nisin *Food preservatives* pp. 135-152.
- GASSON, M.** 1991. Transfer of sucrose fermenting ability, nisin resistance and nisin production in *Streptococcus lactis* 712. *FEMS Microbiol. lett.*, 21: 7-10.
- GRANDE, M.**, Lucas, R., Abriouel, H., Ben-Omar, N., Maqueda, M., Martínez-Bueno, M., Martínez-Cañamero, M., Valdivia, E. & Galvez. 2005. Control of *Alicyclobacillus acidoterrestris* in fruit juices by enterocin AS-48. *International Journal of Food Microbiology*, 104: 289-297.
- GUINANE, C.M.**; Cotter, P.D., 2005. Microbial solutions to microbial problems; lactococcal bacteriocins for the control of undesirable biota in food. *Journal The Applied Microbiology*: 98: 1316-1325.
- HARRIS, L.**, Fleming, H.P. y Klaenhammer T.R. 1992b. "Characterization of two nisin-producing *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* strains isolated from a commercial sauerkraut fermentation". *Appl. Environ. Microbiol.*, 58: 1477-1483.
- HUGAS, M.** 1998. Bacteriocinogenic Lactic Acid Bacteria for the Biopreservation Meat and Meat Products. *Meat Science*, Vol. 49, No. Suppl. I, S139-S150, 1998.
- HURST, A.** 1981. Nisin. En *Advances in Applied Microbiology*. *Academic Press*, New York. pp. 85-123.
- JACOB, F.**, Lwolf, A., Siminovitch, A. y Wollman, E.L. 1953. "Définition de quelques termes relatifs à la lysogénie". *Ann. Inst. Pasteur*, 84: 222-224.
- KANATANI K.**; Tahara T.; Oshimura M.; Sano K.; Umezawa C. 1995. Cloning and nucleotide sequence of the gene for acidocin 8912, a bacteriocin from *Lactobacillus acidophilus* TK8912. *Blackwell Science, Oxford, ROYAUME-UNI*. Vol. 21, n6, pp. 384-386.
- KLAENHAMMER, T.R.** 1988. Bacteriocins of lactic acid bacteria. *Biochimie*, 70: 337-349.
- KLAENHAMMER, T.R.** 1993. Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Rev.*, 12: 39-86.
- KLIJN, N.**, Weerkamp A., and W. M. de Vos. 2001. Identification of mesophilic lactic acid bacteria by using polymerase chain reaction-amplified variable regions of 16S rRNA and specific DNA probes. *Applied and Environmental Microbiology* 57:3390-3393.
- KONISKY, J.** 1982. Colicins and other bacteriocins with established mode of action. *Ann. Rev. Microbiol.* 36: 125-144.
- MARTÍNEZ, B.**; Suárez, J. & Rodríguez, A. 1995. Antagonistic activities of wild lactococcal strains isolated from homemade cheeses. *J. Food Protect.*, 58: 1118-1123.
- MOLL, G. N.**, Konings, N. and Driessen, A. 1999. Bacteriocins: mechanism of membrane insertion and pore formation. *Antonie van Leeuwenhoek*, 76, 185-198.
- NESS, I. F.**, Diep, D., Håvarstein, L., Brurberg, M., Eijsink, V. y Holo, H. 1996. Biosynthesis of bacteriocins in lactic acid bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 70:17-32.
- NETTLES, C.** y Barefoot, S. 1993. Biochemical and genetic characteristics of bacteriocins of food associated lactic acid bacteria. *J. Food Protect.*, 56: 338-356.
- NIELSEN, J.**, Dickson, J.S. y Crouse, J.D. 1990. Use of a bacteriocin produced by *Pediococcus acidilactici* to inhibit *Listeria monocytogenes* associated with fresh meat. *Appl. Environ. Microbiol.*, 56: 2142-2145.
- O'Sullivan, L.**, Ross, R.P. & Hill, C. 2002. Potential of bacteriocin-producing lactic acid bacteria for improvements in food safety and quality. *Biochimie*, 84, 593-604.
- OGDEN, K.**, Waites, M.J. y Hammond, J.R.M. 1988. Nisin and brewing. *J. Inst. Brew.*, 94: 233-238.
- OGUNBANWO, S.**, Sanni, A. & Onilude, A. 2003. Characterization of bacteriocina produced by *Lactobacillus plantarum* F1 and *Lactobacillus brevis* OG1. *African Journal of Biotechnology*. 2(8): 219-227.
- QUADRI, L.**, Sailer, M., Roy, K.L., Vederas, J.C. y Stiles, M.E. 1994. Chemical and genetic characterization of bacteriocins produced by *Carnobacterium piscicola* LV17B. *J. Biol. Chem.*, 269: 12204-12211.
- RILEY, M.**; Wertz, J. 2002. Bacteriocin diversity: ecological and evolutionary perspectives. *Biochimie* 84 (2002) 357-364.
- RODGERS, S.** 2001. Preserving non-fermented refrigerated foods with microbial cultures - a review. *Trends in Food Science & Technology*. 12: 276-284.
- ROSS, R.**; Morgan, S. & Hill, C. 2002. Preservation and fermentation: past, present and future. *International Journal of Food Microbiology* 79 (2002) 3-16.
- SETTANNI, L.**; Corsetti, A. 2008. Application of bacteriocins in vegetable food biopreservation. *International Journal of Food Microbiology* 121 (2008) 123-138.
- STILES, M.**; Holzapfel, W. 1997. Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *International Journal of Food Microbiology* 36 (1997) 1-29.
- TOPISIROVI, L.**; Koji, M.; Fira, D., Goli, N., Strahinic, I.; Lozo, J. 2006. Potential of lactic acid bacteria isolated from specific natural niches in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology* 112 (2006) 230-235.
- YANG R. & RAY, B.** 1994. Factores Influencing production de bacteriocins by lactic acid bacteria. *Food Microbiology*. 11(4): 281-291.