

PROBIÓTICOS:

COMPONENTES CLAVES DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL MODERNA*

Los sistemas intensivos de producción animal se han hecho necesarios para la competitividad de las empresas agropecuarias y para satisfacer la demanda de proteína animal para una población nacional y mundial en expansión.

Sin embargo, las condiciones asociadas a los sistemas intensivos de producción someten al animal a un estado de estrés que reduce la capacidad del organismo para mantenerse en salud. Esta situación repercute en la productividad y aumenta el riesgo de transmisión de agentes patógenos al humano. La transmisión de microorganismos causantes de enfermedades o intoxicaciones es aún más crítica cuando se considera el uso generalizado de antibióticos como promotores de crecimiento que, a través de los años, ha favorecido la generación de microbios ultrarresistentes que son cada vez más difíciles de controlar.

Por otra parte, el estudio de la estrecha relación que guardan los animales con los microorganismos que habitan naturalmente el tracto digestivo ha dado origen al reconocimiento de los beneficios que otorgan los llamados probióticos. Se consideran probióticos aquellos microorganismos que, al ser ingeridos en dosis suficiente, tienen un efecto positivo en la salud del individuo. Así pues, los avances científicos en el área de los probióticos han logrado contribuir a la atenuación de los efectos del estrés en los animales y, consecuentemente, a reducir los riesgos de transmisión de enfermedades al humano. Más aún, los probióticos podrían



Fuente: Christian Hansen

facilitar la eliminación de los antibióticos como promotores de crecimiento y han abierto una nueva avenida para la producción de alimentos de origen animal más saludables. De esta manera, pronto podríamos gozar de productos con menos compuestos indeseables como el colesterol o los mismos antibióticos y ricos en componentes que otorguen beneficios más allá del valor nutritivo del alimento.

¿QUÉ SON LOS PROBIÓTICOS Y POR QUÉ SON IMPORTANTES?

La adaptación de los animales a su medio natural ha tomado millones de años. Durante todo ese tiempo, los microorganismos que habitan el tracto digestivo, también conocidos como microbiota intestinal, se han ido adaptando al animal y el animal se ha adaptado a ellos, de tal manera que ahora viven en una relación de simbiosis, es decir, tanto el animal como su microbiota requieren el uno del otro para desarrollarse y mantenerse en salud.

La microbiota intestinal de los animales es responsable de una serie de funciones que regulan directamente el buen funcionamiento no solo del sistema digestivo sino también del sistema inmunológico e, indirectamente, tienen una influencia sobre el bienestar general del

CLARIDADES
AGROPECUARIAS

*Colaboración de AgroBio México, A.C.

Dr. Martín Macouzet García

Químico de Alimentos egresado de la Facultad de Química, UNAM; doctorado en Ciencias de Alimentos en la Universidad McGill, Canadá y posdoctorado en el área de Bioingredientes del Centro de Investigación y Desarrollo de Alimentos, Ministerio de Agricultura y Agroalimentación de Canadá. Contacto: martin.macouzet@mail.mcgill.ca

animal. De esta manera, la microbiota es para los animales como otro de sus órganos. La microbiota está compuesta por miles de especies diferentes, cada una de ellas con funciones distintas y, por lo tanto, los beneficios que aportan al animal son también distintos.

Los sistemas intensivos de producción animal causan importantes trastornos a la microbiota intestinal. Ciertos factores asociados a los nuevos sistemas de producción, como son los alimentos concentrados, los horarios de alimentación, el sedentarismo, el estrés y el uso de antibióticos, rompen el equilibrio natural de las especies microbianas promoviendo el sobre desarrollo de algunas especies y la marginalización de otras. Esta situación de desequilibrio induce inevitablemente efectos adversos en la salud del animal y, en consecuencia, acarrea una disminución en su productividad y en la calidad de los productos derivados.

Un número reducido de las especies que habitan el intestino han sido aisladas en el laboratorio, y algunas de sus funciones benéficas han sido identificadas. Así, ahora es posible cultivar estos microorganismos para producir los llamados probióticos que, aunque no constituyen sino una ínfima proporción de la microbiota, éstos han sido de gran utilidad en la producción animal.

BENEFICIOS APORTADOS POR LOS PROBIÓTICOS EN LA PRODUCCIÓN ANIMAL.

SEGURIDAD SANITARIA. Así como la relación simbiótica entre los animales y su microbiota es específica de cada especie, existen algunos tipos de microorganismos que pueden formar parte de la microbiota sin causar trastorno alguno al animal, pero que pueden ser el origen de serias enfermedades en el humano. A estos microorganismos causantes de enfermedades gastrointestinales se les denomina enteropatógenos y al hecho de contraer la infección a través de un animal se le conoce como zoonosis.

Entre los principales agentes zoonóticos destacan diferentes especies de *Salmonella* y *Campylobacter*, los cuales representan la causa más frecuente de gastroenteritis de origen bacteriano, aun en países desarrollados (Fig.1). Aunque estos microorganismos patógenos están confinados en el tracto digestivo del animal, pueden entrar en contacto con los productos animales como la carne o el huevo durante las distintas etapas de la cadena de producción. Además

del riesgo que representan los enteropatógenos para la salud pública, el problema se agrava por la gran resistencia que éstos han desarrollado como consecuencia del uso inadecuado de antibióticos como promotores de crecimiento. Así pues, en algunas regiones de México se han detectado cepas de *Salmonella* resistentes a múltiples antibióticos (Fig. 2), incluyendo los más nuevos como las cefalosporinas de tercera generación (INSP, 2010).

Evidentemente, se procura evitar cualquier contacto de las heces o del contenido intestinal con los productos alimenticios, pero aún siguiendo los controles más estrictos, la contaminación cruzada llega a suceder. Por esta razón, es impráctico exigir la ausencia total de contaminación, sin embargo, ésta debe minimizarse para caer dentro de los límites aceptables que eviten problemas de salud a los consumidores. Entonces, es indispensable reducir la concentración de enteropatógenos en la microbiota intestinal de los animales, para lo cual son de gran utilidad los probióticos.

Existen diversos mecanismos mediante los cuales los probióticos pueden limitar la presencia de microorganismos patógenos en el tracto digestivo. En términos generales, podemos distinguir dos tipos de mecanismos:

1) La producción de sustancias nocivas para los patógenos. Algunas de las sustancias producidas por diferentes bacterias lácticas, que tienen un efecto inhibitorio sobre *Salmonella* y otros enteropatógenos, son: los ácidos orgánicos de cadena corta, el peróxido de hidrógeno, el ácido benzoico y el diacetilo. Además, existen sustancias con un potente efecto antimicrobiano como la reuterina, producida por *Lactobacillus reuteri* y las llamadas bacteriocinas, las cuales son como pequeñas proteínas que tienen la capacidad de perforar específicamente la membrana celular de ciertas bacterias patógenas. Un conocido ejemplo de

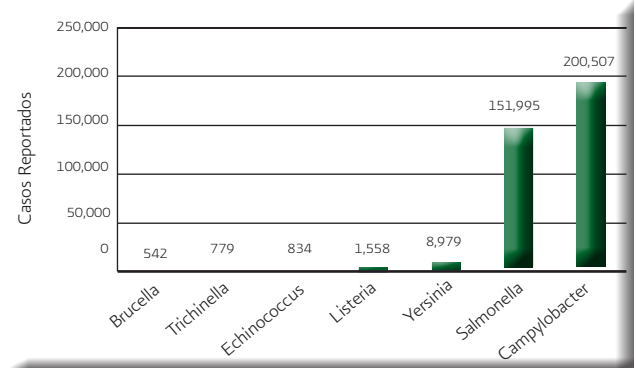


Fig. 1. Zoonosis en la Unión Europea en 2007 (Westrell et al., 2009).

bacteriocina es la nisina, producida por *Lactococcus lactis*, la cual se utiliza incluso como conservador en alimentos.

2) El bloqueo de sitios en donde los patógenos pudieran alojarse. En realidad, no se trata simplemente de un bloqueo físico para no dejar que los patógenos se acerquen a las paredes de los intestinos, sino que existen sitios específicos en donde los microorganismos forman un enlace con las células epiteliales. Al tener los probióticos la capacidad de ocupar estos sitios, reducen éstos la probabilidad de que los sitios sean ocupados por los patógenos, los cuales, al no tener en donde fijarse son eliminados con las heces antes de que puedan proliferar. Con base en este principio,

epitelial. Como es de esperarse, el animal que tiene que soportar esta serie de eventos adversos ve afectada su tasa de crecimiento y su productividad.

Los antibióticos utilizados como promotores de crecimiento son eficaces para recuperar la productividad perdida por los factores estresantes y además previenen, en algunos casos, la aparición de serias enfermedades de los animales. Sin embargo, es bien sabido el problema de resistencia que los patógenos han desarrollado como consecuencia de esta práctica. La magnitud del problema es tal que ha llevado a la prohibición total del uso de antibióticos para este fin en la Unión Europea. En México y Estados Unidos son aun permitidos, pero su uso está siendo sometido a

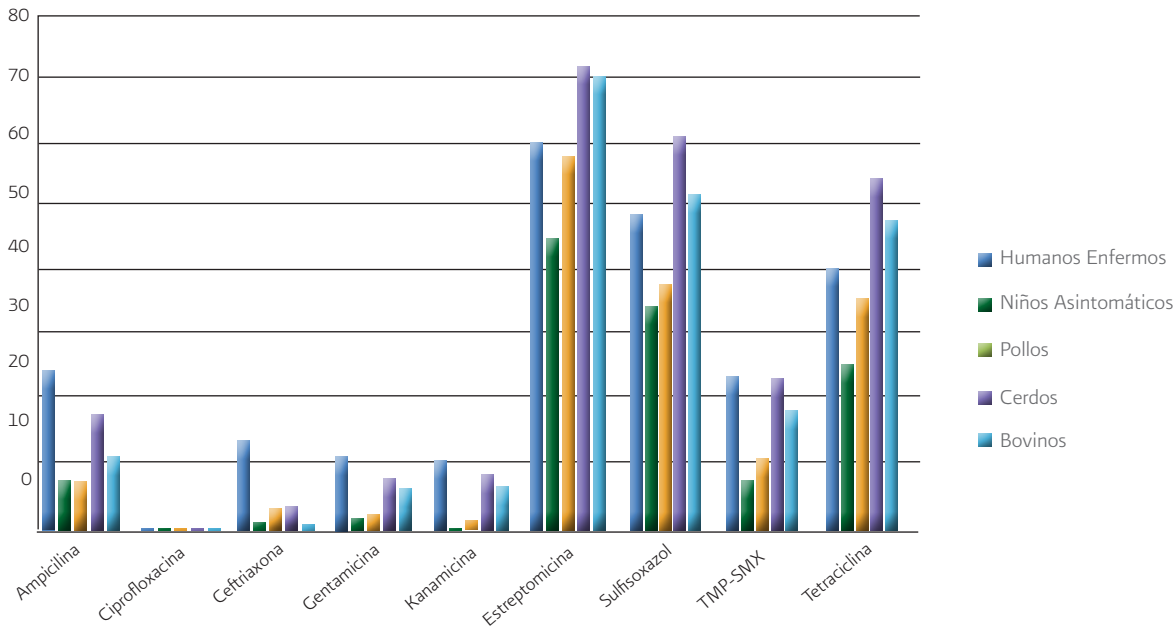


Fig. 2. Tasas de resistencia de aislados de *Salmonella* en México (Zaidi et al., 2008).

se ha logrado reducir drásticamente la presencia de *Salmonella* en aves de corral tratadas con diferentes tipos de probióticos.

COMPETITIVIDAD. El estrés causado a los animales en los sistemas de producción tiene un efecto directo en el equilibrio de su microbiota intestinal. Esta alteración del equilibrio afecta la integridad del epitelio que protege los intestinos y puede propiciar un estado de inflamación patológica. Este estado se ve acentuado por el desarrollo oportunista de enteropatógenos que producen toxinas y otras sustancias que tienen como función destruir el mucus que protege al intestino e interferir con las funciones del metabolismo

una revisión meticulosa, a una regulación más rígida y, muy probablemente, habrá que seguir los pasos de los países europeos en un futuro próximo.

Para las empresas pecuarias, el dejar de utilizar los antibióticos implica retos enormes que tienen implicaciones en la productividad y la salubridad. Afortunadamente, el uso de probióticos ha demostrado ser altamente efectivo para atenuar los efectos del estrés, actuar como promotores de crecimiento y como profilácticos para reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales. Sin embargo, su uso requiere más cuidados que los antibióticos para que sean efectivos y el costo de producción podría verse afectado.

Además de su contribución al mantenimiento del equilibrio en la microbiota y de las funciones normales de los intestinos, los probióticos pueden mejorar la productividad del animal a través de una serie de acciones benéficas. Primeramente, es importante considerar su contribución para modular el funcionamiento óptimo del sistema inmunológico y para bloquear las señales químicas que emiten los enteropatógenos para coordinar su virulencia. Adicionalmente, los probióticos contribuyen a la digestión de la fibra dietética y de otras moléculas complejas. También estimulan la absorción de nutrientes y, en consecuencia, promueven una mejor conversión de la energía en el animal.

DIFERENCIACIÓN. Se han mencionado algunos de los problemas que enfrentan las empresas agropecuarias para mantener o incrementar su competitividad. El uso de antibióticos como promotores de crecimiento aparenta ser una herramienta eficaz para aumentar la productividad y el beneficio de las empresas, sin embargo, ha quedado claro que no es una práctica sustentable y pronto será una barrera a la exportación y comercialización de alimentos producidos bajo ese esquema. En vez de ir contra la corriente tratando de mantener un sistema de producción que tiende a desaparecer, las empresas agropecuarias que quieran incrementar su competitividad deberán seguir las nuevas tendencias y aprovechar los nuevos y lucrativos segmentos de mercado.

El mercado mundial de productos orgánicos crece de manera incesante, impulsado por las pautas de consumo de los países desarrollados. El beneficio económico superior de las unidades de producción de alimentos orgánicos es muy atractivo, pero la certificación exige que no se utilicen antibióticos en la producción, entre otros requerimientos. Los probióticos son entonces una herramienta clave para el establecimiento de sistemas de producción orgánicos.

El mercado de alimentos buenos para la salud aporta aun mayores beneficios económicos que el de los alimentos orgánicos. Sin embargo, los productos de origen animal han encontrado problemas para penetrar este mercado en parte por su mala imagen como fuente del colesterol, aun cuando ahora se sabe que algunos de estos alimentos, como el huevo, no son la causa de la elevada tasa de colesterol en pacientes con este problema. Una oportunidad para sacar provecho de esta situación se presenta gracias a la acción de ciertos probióticos. Algunas bifidobacterias y

bacterias lácticas tienen la capacidad de reducir significativamente los niveles de colesterol en la sangre del animal y, por lo tanto, en algunos de los productos derivados como el huevo.

APLICACIONES COMUNES POR TIPO DE PRODUCCIÓN

El tipo de probiótico a utilizar y la forma de administrarlo dependen de la aplicación que se le quiera dar. Mientras una mezcla de probióticos puede administrarse diariamente con los alimentos o el agua con fines profilácticos, el tratamiento de los efectos del estrés durante momentos críticos en la producción requerirá la administración de dosis adicionales del probiótico apropiado.



Autor: Larry Rana, USDA

AVÍCOLA. Las aves experimentan cambios dramáticos en su sistema digestivo durante los primeros días a partir de que salen del huevo. Estos son momentos de gran estrés para el animal, el cual representa una presa fácil para los microorganismos patógenos y, por lo tanto, este es un período que se caracteriza por una elevada tasa de mortalidad. Este es entonces un momento crucial para la administración de probióticos, especialmente cuando se considera que el intestino de las aves comenzará a colonizarse con las primeras bacterias que ingiera en su dieta.

Como ya se mencionó, las aves de corral pueden alojar grandes concentraciones de *Salmonella* en sus intestinos. La práctica de administrar suficientes probióticos durante los primeros días de vida de los polluelos minimiza la colonización con enteropatógenos por acción competitiva, lo que reduce significativamente el riesgo de contaminación de la carne o el



huevo. La contaminación de los productos avícolas con *Salmonella* pone en peligro la salud pública y es la causa de costosas acciones como es el caso del retiro de alrededor de 400 millones de huevos conducido recientemente en Estados Unidos (FDA, 2010).

Un mal devastador en las producciones avícolas es la enteritis necrótica, la cual se caracteriza por el daño a las células epiteliales a causa de una toxina producida por el microorganismo *Clostridium perfringens*. En estos casos, la bioterapia con lactobacilos ha demostrado ser eficiente, pues el tratamiento con algunas cepas de *L. acidophilus* y *L. johnsonii* ha permitido inhibir el desarrollo de *C. perfringens* (Vicente-Salvador, 2007).

PORCINA. Una de las etapas más críticas en porcicultura es el momento del destete, es decir, cuando los lechones son separados de la madre y su dieta cambia de la leche, rica en anticuerpos, a una fórmula artificial que suele inducir atrofia de la mucosa, disfunción intestinal y colonización con microorganismos patógenos. En consecuencia, los cochinitos se ven frecuentemente afectados de anorexia, desnutrición, diarrea e infecciones.

Aunque los resultados de la exclusión competitiva de los patógenos con probióticos no son tan contundentes como en el caso de los pollos, se ha observado que durante el destete es importante administrar probióticos para reducir la diarrea y la mortalidad. Probióticos del tipo de *Lactobacillus rhamnosus* y *Bifidobacterium lactis* reducen la adherencia intestinal de patógenos como *Salmonella* y *Clostridium*. Un probiótico que ha demostrado ser eficaz para eliminar *Escherichia coli* enterotoxigénica en los puerquitos es *Enterococcus*

faecium, aunque aun está siendo estudiado para asegurar su inocuidad antes de ser aprobado para uso comercial (Gaggia et al., 2010).

BOVINA. Los rumiantes dependen más que ninguna otra especie de su microbiota gastrointestinal. La ecología microbiana del rumen es extremadamente compleja y las funciones del mismo son de una importancia vital, pues de este depende en gran parte la digestión y absorción de los nutrientes. En estas especies la utilización de antibióticos es especialmente delicada, pues es de esperarse que alteraciones en la ecología del rumen conduzcan a graves afecciones en el animal. Las características especiales de los rumiantes hacen que los probióticos a utilizarse sean también diferentes, pues muchas bacterias lácticas no resisten el paso por el rumen.

Los becerros recién nacidos se ven frecuentemente afectados por diarrea causada por *E. coli* enterotoxigénica. La intensidad y el número de días con diarrea se reducen significativamente proporcionándoles leche fermentada con bacterias lácticas. En terneras jóvenes, la incorporación de levaduras en el grano es también muy eficiente para el control de la diarrea.



Autor: Arturo Aparicio



Autor: Fournure (<http://www.boulesdefournure.fr>)

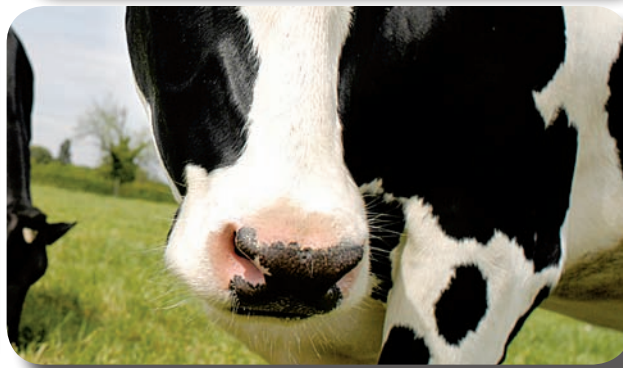
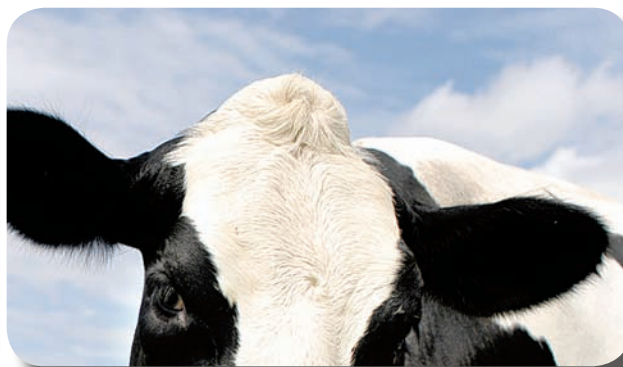
En las producciones intensivas, los azúcares simples necesarios para una rápida conversión de la energía dan origen a la afección conocida como acidosis ruminal. Este estado produce una reducción del apetito, debilidad, diarrea, pérdida de peso, reducción de la producción de leche y disminución de la cantidad de grasa en la misma. Este costoso mal puede tratarse eficientemente mediante la administración de levaduras, las cuales se hacen cargo de eliminar el exceso de carbohidratos simples y el oxígeno para permitir el restablecimiento de la microbiota normal del rumen.

El agente zoonótico a vigilar en bovinos es el peligroso patógeno entero-hemorrágico *E. coli* O157:H7. En este caso, la reducción del patógeno en los animales se ha logrado más eficientemente mediante la administración de cepas no patógenas de *E. coli*, aunque *L. acidophilus* también ha mostrado ser de gran utilidad.

ACUÍCOLA. En acuicultura, los problemas derivados del uso indiscriminado de antibióticos es aun más marcado que en ganadería, pues se ha perdido el control de las enfermedades de los organismos acuáticos. Así, algunas explotaciones acuícolas, como es el caso de la producción camaronera en Asia,

han visto su producción desplomarse. Como alternativa, los probióticos también han sido útiles, especialmente en las etapas más delicadas como es el estado larvario.

En el caso de los productos acuícolas el concepto de probióticos es un poco distinto, pues normalmente no se busca que éstos actúen a nivel gastrointestinal sino que van a ejercer su acción principalmente a nivel superficial. Por lo tanto, los microorganismos utilizados son generalmente muy distintos a los verdaderos probióticos. Por ejemplo, es común utilizar ciertos tipos de fitoplancton capaces de producir sustancias tóxicas





para otras bacterias. Las bacterias lácticas también han sido útiles en algunos casos.

DESAFÍOS TECNOLÓGICOS Y COMERCIALES

Para que los probióticos sean eficaces hay que reconocer que:

- **Los probióticos son seres vivos y deben mantenerse en ese estado hasta que sean administrados al animal.** Este es el principal reto que enfrenta la industria de probióticos que debe recurrir a métodos como son la deshidratación o la congelación. Dado que normalmente los probióticos no soportan las condiciones extremas asociadas a la fabricación de alimentos concentrados, estos son generalmente vendidos como suplementos. Cuando éstos son incluidos en el alimento, el fabricante selecciona, generalmente, especies que soporten el proceso, pero el efecto benéfico de estos probióticos podría ser muy limitado. Un caso típico son los microorganismos del género *Bacillus*, capaces de producir esporas que soportan condiciones extremas, pero que no forman parte de la microbiota de los animales y, por lo tanto, son eliminados rápidamente en las heces. En cualquier caso, el fabricante debería indicar el contenido mínimo de microorganismos viables (o vivos) en el producto a la fecha de caducidad. Dado que esto rara vez sucede, el comprador debe entonces exigir el resultado de análisis microbiológicos recientes realizados por un laboratorio independiente.
- **Entre los probióticos, cada microorganismo tiene propiedades distintas y, por lo tanto, aplicaciones distintas.** Esto es cierto incluso entre organismos de la misma especie; por ejemplo, *Lactobacillus reuteri* 12002 es un potente productor del antimicrobiano reuterina, mientras que *L. reuteri* PYR8 es la única cepa conocida, de esta especie, capaz de producir el potente anticarcinogénico CLA. Si un producto comercial solo hace referencia a la especie (nombre científico en latín) sin indicar la cepa (números o letras que le siguen), entonces debe dudarse de su efectividad.
- **Cada especie animal requiere de probióticos específicos.** Idealmente, los probióticos deberían provenir de la especie animal para la que se desean utilizar. Por lo tanto, en este caso también es importante que se indique la cepa para conocer su origen. El fabricante debe ser capaz de proporcionar los resultados de estudios realizados con esa cepa en la especie animal en cuestión.

FUTURO DE LOS PROBIÓTICOS PARA ANIMALES

Los grandes avances en genómica han acelerado el estudio de los probióticos, lo que ha permitido que se conozca con mayor detalle la íntima relación que éstos tienen con el organismo y, por lo tanto, se espera que las preparaciones de probióticos sean cada vez más efectivas y más específicas en cuanto a los beneficios que imparten.

El progreso en la tecnología de alimentos también ha hecho posible que se adapten las formulaciones y se desarrollen procesos de elaboración de alimentos que permitan la adición de probióticos sin que estos últimos sean aniquilados. Además, se han perfeccionado tecnologías, como la microencapsulación, que permiten proteger a los microorganismos durante los procesos de elaboración y almacenamiento de alimentos. También, se ha visto que es ventajoso proporcionar a los microorganismos los llamados prebióticos, los cuales son una fuente de energía que facilita su supervivencia tanto en el alimento como en tracto gastrointestinal de los animales. Recientemente se han logrado desarrollar prebióticos muy específicos que solo los puede aprovechar un restringido grupo de microorganismos, lo cual es una herramienta que va a facilitar el control de la microbiota en los animales.

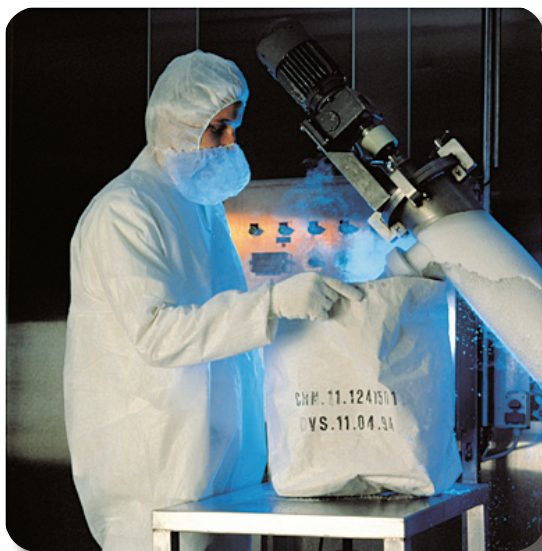


Foto: Christian Hansen

Aplicaciones novedosas de los probióticos, como es el caso de la reducción del colesterol o el enriquecimiento con sustancias buenas para la salud en los productos de origen animal van a ser comunes en un futuro próximo. Además, existen estudios basados en la estrecha relación que guardan los probióticos con el animal para utilizarlos como vectores de vacunas o medicamentos, lo cual lograría una dosificación continua y específica en la zona deseada del sistema digestivo.

Finalmente, otras aplicaciones se desarrollan continuamente, aunque algunas de ellas van más allá del concepto de probióticos, como son su uso antiséptico

en heridas; control de la inflamación o las alergias cutáneas e, incluso, como agentes sanitizantes en las instalaciones, incluyendo pisos y corrales.

REFERENCIAS

FDA (2010). Se retiran huevos del mercado urgentemente en todo el país. Food and Drug Administration, U. S. Department of Health and Human Services. Comunicado de prensa 19 de agosto de 2010.

Gaggia, F; Matarelli, P; Biavati, B. (2010). Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *Int J Food Microbiol* doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.02.031

INSP (2010). Regulación y promoción para el uso adecuado de antibióticos en México. Documento elaborado por el Grupo de investigación Medicamentos en Salud Pública: Acceso, Uso y Resistencia Antimicrobiana del Instituto Nacional de Salud Pública. Febrero 2010.

Vicente-Salvador, J. (2007). Alternativas prácticas en el control de la enteritis necrótica de los pollos. *Los avicultores y su entorno*, 8(54):98-102.

Westrell, T; Ciampa, N; Boelaert, F, et al. (2009). Zoonotic infections in europe in 2007: a summary of the EFSA-ECDC annual report. *Eurosurveillance*, 14: 1-3.

Zaidi, MB; Calva, JJ; Estrada-García, MT et al. (2008). Integrated food chain surveillance system for *Salmonella* spp in Mexico. *Emer Infect Dis* 14:429-435.

