



ARTÍCULO DE REVISIÓN

Probióticos, una herramienta en la producción pecuaria y acuícola

Probiotic, a tool in livestock and aquaculture production

Edgar Alberto López-Acevedo, Gabriel Aguirre-Guzmán*, María de la Luz Vázquez-Sauceda

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Km 5 Carr. Victoria - Mante, Cd. Victoria, Tam. México, 87000.

Recibido 06 marzo 2013; aceptado 16 abril 2013

Resumen

Los probióticos han evolucionado pasando de ser solo sencillas mezclas de bacterias activas a ser productos con propiedades delimitadas de adhesión, colonización, sinergismos, producción de productos antibacterianos, etc. Los productos probióticos para la producción pecuaria y acuícola son diseñados con cepas desarrolladas para funcionar bajo condiciones específicas, las cuales deben ser tomadas en cuenta por los productores ya que los resultados se ven modificados dependiendo de la especie en donde se use, área geográfica de aplicación y tipo de cultivo. La información disponible sugiere que el progreso de los probióticos se ha dirigido hacia: (a) un mejor entendimiento del microecosistema bacteriano y órganos blanco de las bacterias, (b) fuente de la cepa y sus características particulares, (c) dosis de aplicación y especies donde se puede aplicar, (d) mecanismos específicos de adhesión o colonización, (e) forma de activación del sistema inmune y (f) como afecta el medio ambiente a la preparación probiótica. La presente revisión está destinada a brindarle al productor pecuario y acuícola la información sobre las cualidades y características de los probióticos, a fin de que este pueda llevar a cabo una adecuada selección y uso de los mismos.

Palabras clave: acuícola, pecuario, probióticos, producción, bio-remediación.

Abstract

The probiotics are products based on different microorganism strains, those products have evolved from a just simple mixture of active bacteria to products with specific properties of adherence, colonization, synergies, antibacterial activity, etc. Probiotic products for livestock and aquaculture production are designed with strains developed to operate under specific conditions and which need to be understood and taken into account by the producers because different results can be observed depending of specie(s), geographic area, and type of culture production. The available information suggests that probiotic display a progress from: (a) a better understanding of the bacterial micro-ecosystem and target organs, (b) strain source and their particular characteristics, (c) doses and target species, (d) specific adhesion and/or colonization mechanisms, (e) specific activation of the immune system, and, (f) environmental effects. The aim of this manuscript is to provide information to the livestock and aquaculture producers about the characteristics and qualities of probiotic so they can carry out a proper selection and use.

Keywords: aquaculture, livestock, probiotic, production, bioremediation.

1. Introducción

La producción pecuaria y acuícola son actividades en constante crecimiento y desarrollo debido a la necesidad de los

consumidores por proteína de calidad (FAO, 2012). Esto ha favorecido la intensificación de los sistemas de producción, lo cual a su vez ha generado consecuencias como la aparición y

* Autor para correspondencia

Email: gabaguirre@uat.edu.mx (G. Aguirre-Guzmán)

diseminación de patógenos que generan enfermedades y mermas en la producción (FAO, 2012). También se han generado problemas por desbalance de nutrientes en las dietas artificiales, deterioro ambiental y estrés fisiológico en los animales que contribuyen a disminuir la salud y crecimiento de los organismos bajo cultivo (Gaggia *et al.*, 2010; Soccol *et al.*, 2010; Kechagia *et al.*, 2013). Una de las consecuencias que se busca vencer y que está presente en los procesos de intensificación de los sistemas de producción, son los problemas generados por enfermedades de origen microbiano, los cuales son controlados tradicionalmente mediante la aplicación de antibióticos (Reid y Friendship, 2002; Collins *et al.*, 2009). Sin embargo, sus efectos en el medio ambiente, el aumento en la resistencia microbiana a estos productos, y una mayor concientización por parte de la sociedad hacia el uso de estos productos, ha disminuido su uso dentro de las industrias pecuaria y acuícola (Kosin y Rakshit, 2006; Collins *et al.*, 2009; Soccol *et al.*, 2010). En respuesta a esta nueva dinámica, se ha manejado la idea de utilizar microorganismos benéficos o amigables (probióticos) como una medida para disminuir y/o eliminar las enfermedades, aumentar la sobrevivencia, mejorar el crecimiento de los organismos bajo cultivo (crías, juveniles y adultos) y lograr una productividad sustentable y/o amigable con el medio ambiente (Roy *et al.*, 2010).

2. Origen

El término de probiótico significa “a favor de la vida” y son microorganismos o sustancias provenientes de éstos que contribuyen al equilibrio microbiano intestinal (Soccol *et al.*, 2010). El término describe a todos aquellos complementos alimenticios a base de microorganismos vivos, dentro de los cuales destacan los productos elaborados con aeromonas, bacilos, bacterias acidificantes (lactobacilos, bifidobacterias), estreptococos, levaduras,

microalgas, pseudomonas, vibrio o subproductos provenientes de éstos que pueden ser suministrados en las dietas, directo en el medio y/o al interior del organismo (Colin-Alvarez *et al.*, 1994; Nieto y Janeth, 2009; Riddell *et al.*, 2010; Soccol *et al.*, 2010; Brown, 2011).

La definición de probiótico está en constante evolución, encontrándose diferentes significados tales como (Ishibashi y Yamazaki, 2001; Reid y Friendship, 2002; Ouwehand y Salminen, 2003; Lee, 2008; Buddington, 2009; Soccol *et al.*, 2010): 1) Microorganismos que solos o combinados producen ácido láctico y que pueden ser administrados de forma oral; 2) Todo suplemento alimenticio a partir de microorganismos vivos, los cuales son suministrados al organismo para lograr una mejora del balance intestinal y al ambiente del tracto digestivo; 3) Células microbianas que son administradas vivas para mejorar la salud de los organismos bajo cultivo; 4) Suplemento de microorganismos vivos con efectos benéficos del hospedero para mejorar el balance microbiano; 5) Suplementos alimenticios microbianos vivos que son consumidos con el objetivo de mejorar la salud del hospedero, mejorando el balance de la microbiota del intestino; 6) Componentes biológicamente activos que solos o en combinación son capaces de mejorar la salud del hospedero.

3. Mecanismos de acción propuestos para los probióticos

Los probióticos pueden encontrarse en el mercado como productos desarrollados a partir de una sola especie o una combinación de especies microbianas. Estos productos han sido utilizados en las últimas décadas por los productores pecuarios y acuícolas generando resultados interesantes que les han permitido ser considerados como una alternativa para productores con sistemas integrales de producción. Estos tienen la finalidad de mejorar el crecimiento de los organismos

bajo cultivo y reducir la resistencia de las bacterias que favorecen las enfermedades; ofreciendo ventajas que superen las limitaciones y los efectos secundarios de los antibióticos y otras drogas (Collins *et al.*, 2009). Además de mejorar la calidad nutricional y promover la digestión de las dietas con la respectiva absorción de nutrientes, los probióticos también han sido recomendados por su participación en la descomposición de la materia orgánica, la reducción de nitrógeno y fósforo, así como para controlar los niveles de diversos productos de desechos que afectan al medio ambiente (Paik, 2001). Los mecanismos de acción que se han sugerido para los probióticos son los siguientes:

a) Adhesión. Es la habilidad de los microorganismos para adherirse a las células, principalmente a las del sistema gastrointestinal, mucus, células epiteliales y otros tejidos (Ouweland y Salminen, 2003; Buddington, 2009). Es una característica considerada en algunos probióticos como primordial para ejercer su efecto. Esta cualidad ocasiona la agregación entre miembros de una misma cepa o especie (autoagregación) o entre diferentes especies y cepas (congregación) para colonizar y permanecer en uno o varios nichos ecológicos (Collado *et al.*, 2007). Diferentes cepas de *Bacillus* spp. y *Lactobacillus* spp. han sido reconocidas por su habilidad de congregación en el intestino en beneficio del hospedero (Riddell *et al.*, 2010).

b) Antagonismo. Es una de las principales cualidades usadas en el uso de probióticos, la cual se define como el reto entre dos o más organismos con el fin de determinar el grado de inhibición que puede presentar (Gaggia *et al.*, 2010; Soccol *et al.*, 2010). Esto es un fenómeno común en el ambiente natural en donde la interacción microbiológica juega un papel muy importante en el equilibrio o competencia entre microorganismos benéficos y patógenos (Soccol *et al.*, 2010).

Lactobacillus sp, *Bifidobacterium* sp. y *Streptococcus* sp. han sido considerados como adecuados para la protección en contra de *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, y *Staphylococcus aureus* (Colin-Alvarez *et al.*, 1994; Corcionivoschi *et al.*, 2010; Brown, 2011). De igual forma las bacterias ácido lácticas han adquirido relevancia como tratamientos profilácticos y de control en contra de las diferentes especies bacterianas (Ishibashi y Yamazaki, 2001; Gaggia *et al.*, 2010).

c) Cambio en la flora bacteriana y reducción de microorganismos patógenos. Roy *et al.* (2010) señalan que los probióticos han sido empleados para que el sistema gastrointestinal obtenga de forma artificial y controlada bacterias benéficas. La flora bacteriana del intestino se considera activa y muy influyente en los procesos asociados a la digestión y absorción de nutrientes (Gaggia *et al.*, 2010), por tal motivo, cuando un organismo inicia su alimentación exógena es conveniente que las bacterias que logren colonizar inicialmente su intestino sean aquellas que sean benéficas para el mismo, es aquí donde los probióticos pueden jugar un importante papel ya que de una forma artificial podemos facilitar la llegada de estas bacterias benéficas (Gaggia *et al.*, 2010; Roy *et al.*, 2010). Esto favorece los procesos intestinales y reduce las poblaciones de bacterias patógenas con sus respectivos trastornos, además de que puede prevenir las infecciones intestinales y diarreas en crías que afectan el crecimiento y supervivencia de las mismas (Patterson y Burkholder, 2003; Gaggia *et al.*, 2010). Algunos productos a base de probióticos son sugeridos después de la aplicación de antibióticos, ya que éstos reducen de forma importante las poblaciones bacterianas en el tracto intestinal y es conveniente que se inicie la colonización con bacterias benéficas (Soccol *et al.*, 2010).

d) Disminución de uso de quimioterapéuticos. La inquietud por el uso de quimioterapéuticos para el control de enfermedades (Lutful-Kabir, 2009), ha hecho que los probióticos sean considerados como una alternativa viable para evitar los efectos de estos productos en la resistencia bacteriana y medio ambiente (Ishibashi y Yamazaki, 2001; Reid y Friendship, 2002). Un beneficio importante de los probióticos es que no dejan residuos en los productos obtenidos a partir de los organismos producidos (leche, carne, huevos, etc.) (Brown, 2011) y que estos productos no dañan a la flora bacteriana endógena como sucede con los quimioterapéuticos (Soccol *et al.*, 2010). Algunos probióticos como *Bacillus* sp., *L. acidophilus* y *Bifidobacterium* spp. pueden apoyar en el control de enfermedades intestinales y funcionar como una medida para lograr la reducción del uso de antibióticos en la producción de organismos pecuarios y/o acuáticos (Abe *et al.*, 1995; Kailasapathy y Chin, 2000; Corcionivoschi *et al.*, 2010; Soccol *et al.*, 2010; Brown, 2011).

e) Exclusión competitiva. Los microorganismos reducen la colonización de bacterias patógenas por competencia en un mismo nicho (Soccol *et al.*, 2010; Brown, 2011). La competencia por espacio o nutrientes representa uno de los mecanismos de acción bactericida más importante, y se puede definir como el comportamiento desigual de dos o más organismos ante un mismo requerimiento, en donde, uno de los organismos reduce la cantidad disponible para los demás (Corcionivoschi *et al.*, 2010; Soccol *et al.*, 2010). Estos factores son importantes en la adhesión de células epiteliales intestinales o en la activación del sistema inmune y ayudan en la salud de los organismos, homeostasis intestinal y digestión (Gaggia *et al.*, 2010; Roy *et al.*, 2010; Kechagia *et al.*, 2013). Este es un principio que explotan los especialistas en probióticos, dado que al proporcionar un micro-

organismo benéfico (probiótico) durante la alimentación al medio en donde se encuentran los organismos, se ve disminuida la proporción de bacterias patógenas que pueden presentarse, sin mencionar además la capacidad que poseen los probióticos para competir por espacio en el organismo, en el medio y en las superficies sólidas del cultivo (Brown, 2011). Cuando el organismo es joven y empieza a alimentarse, es altamente deseable que los microorganismos que primero se establezcan sean benéficos (Kyriakis *et al.*, 1999; Corcionivoschi *et al.*, 2010).

f) Inmunoestimulación. Aumento de la capacidad de alerta del sistema inmune en contra de agentes patógenos. La estimulación temprana del sistema inmunológico, es otro de los factores sobre el cual actúan algunos probióticos (Corcionivoschi *et al.*, 2010; Roy *et al.*, 2010). Cuando el sistema inmunológico está bien desarrollado, los problemas de enfermedades bacterianas se ven restringidos; sin embargo, el estrés, en todas sus formas, puede disminuir la respuesta inmune de los organismos, aumentando las probabilidades de contraer enfermedades. Algunos probióticos han sido creados para estimular al sistema inmunológico, reportando efectos positivos al disminuir la incidencia de algunas enfermedades, trastornos por tumores; mejorando la motilidad gastrointestinal y teniendo también efectos bioquímicos que abarcan desde el decrecimiento de factores mutagénicos, asimilación, etc. (Maldonado-Galdeano y Perdígón, 2004; Roy *et al.*, 2010).

g) Prevención y control de enfermedades. La propiedad de poder disminuir o eliminar la incidencia de algunos grupos bacterianos, y por consiguiente algunas enfermedades que comúnmente se presentan los organismos, es una de las principales estafetas por la cual trabajan los probióticos, quienes actúan principal-

mente contra bacterias patógenas u oportunistas (Roy *et al.*, 2010). Los sistemas de producción pecuaria y acuícola generan condiciones que favorecen a algunos microorganismos, los cuales bajo determinadas condiciones pueden provocar en los organismos bajo cultivo (Roy *et al.*, 2010; Soccol *et al.*, 2010). Los probióticos previenen la proliferación de microorganismos que producen toxinas que afectan al sistema digestivo del animal, existen algunos probióticos que trabajan en base a su capacidad de producir sustancias antimicrobianas que afectan al microecosistema disminuyen las poblaciones bacterianas y previenen enfermedades (Lutful-Kabir, 2009). Por ejemplo, se ha demostrado que algunas cepas de *L. acidophilus* producen antibióticos como acidophilis, lactolin y acidolin, este último ha sido investigado y se ha observado que tiene una alta actividad contra bacterias patógenas como pueden ser *C. perfringens*, *E. coli*, *Listeria monocytogens*, *S. typhimurium*, *S. enterica*, y *Staphylococcus aureus* (Corcionivoschi *et al.*, 2010; Roy *et al.*, 2010; Brown 2011). Lo mismo sucede con algunas cepas modificadas genéticamente en las cuales se han incorporados genes que codifican para la producción de este tipo de sustancias; dichas cepas modificadas generalmente se crean para atacar a un género específico de bacteria patógena (Soccol *et al.*, 2010).

h) Procesos digestivos. El sistema gastrointestinal es un sistema rico en microorganismos, enzimas y diferentes nutrientes (Lutful-Kabir, 2009; Brown, 2011). Los probióticos al ser ingeridos y pasar por el tracto gastrointestinal y/o colonizarlo usan una serie de enzimas digestivas como sistema de defensa y nutrición bacteriana que ayudan a la digestión de la materia orgánica y proteínas, favoreciendo la absorción, crecimiento y salud (Soccol *et al.*, 2010; Kechagia *et al.*, 2013). Esto a su vez puede promover y mantener el balance intestinal en beneficio del organismo, además de

optimizar el proceso de absorción de minerales, especialmente de zinc, potasio y cobre (Soccol *et al.*, 2010; Brown, 2011; Milenković *et al.*, 2011). Cuando se iniciaron los estudios sobre la flora bacteriana que existe en el tracto gastrointestinal, se comprobó que estos microorganismos juegan un papel muy importante en la digestión, absorción de los nutrientes y salud del huésped, comprobándose la importancia de que los microorganismos benéficos sean los primeros en llegar al tracto gastrointestinal (Soccol *et al.*, 2010; Brown, 2011). Sin embargo, hay que aclarar que la flora bacteriana de algunas especies de organismos es muy cambiante, por lo que los probióticos deben ser seleccionados cuidadosamente para esta condición. Es importante también tomar en cuenta que la microflora del tracto gastrointestinal tiene un equilibrio entre microorganismos benéficos y patógenos, y que los factores estresantes (alimentación, temperatura, etc.) pueden alterar o romper este equilibrio y generar problemas como enfermedades. Otro factor importante es que los microorganismos benéficos son capaces de sintetizar algunas enzimas que ayudan a la digestión de los alimentos en el tracto intestinal, mejorando la absorción de nutrientes (Lutful-Kabir, 2009; Soccol *et al.*, 2010). Además, algunas cepas de probióticos producen vitaminas, minerales y algunos ácidos grasos esenciales que el huésped necesita o que facilitan la digestión de los alimentos (Scholz-Ahrens *et al.*, 2007).

i) Producción de ácido láctico. Esta es una de las propiedades más señaladas en algunos probióticos comerciales (Wannaprasat *et al.*, 2009). El ácido láctico reduce el pH en el tracto digestivo del animal favoreciendo la digestión y posterior absorción de los nutrientes (Patterson y Burkholder, 2003). bacterias como *Lactobacillus* sp., *Bifadobacterium* sp. y *Streptococcus* sp. son empleadas como probióticos por su producción de ácido láctico (Colin-Alvarez *et al.*, 1994; Brown, 2011).

4. La nueva generación de probióticos

La creación de nuevas tecnologías como la ingeniería molecular, aunada a un mejor entendimiento de la genética microbiana, microecología, comunicación bacteriana, biopelículas, autoinducción (quorum sensing), poblaciones bacterianas normales, etc., ha dado un empuje impresionante a la biotecnología bacteriana, fenómeno que ha favorecido a los probióticos (Lutful-Kabir, 2009; Wannaprasat *et al.*, 2009; Roy *et al.*, 2010; Brown, 2011). Actualmente, son cada vez más los productos a base de probióticos que se pueden encontrar en el mercado, éstos son productos cada vez más específicos, con funciones más definidas, particularmente en lo que respecta a su funcionalidad, especies y cepas seleccionadas, estabilidad de la preparación, características del ecosistema en el que trabajará y del sistema al que va influir. Esta nueva generación de probióticos ha sido creada tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Adhesión y colonización. Es la capacidad de algunos microorganismos para poder permanecer en contacto con el huésped, o en el medio en donde este se encuentra. Los microorganismos pueden adherirse mediante uniones específicas o interacciones de llave (componentes de la superficie de las bacterias se unen a receptores particulares del organismo en el epitelio, mucosa etc.), o mediante fenómenos más generales o no específicos (interacciones hidrofílicas, electrostáticas, etc.) (Ouwehand y Salminen, 2003; Buddington, 2009; Lutful-Kabir, 2009; Soccol *et al.*, 2010). La importancia de este punto estriba en la hipótesis de que las bacterias patógenas poseen una alta capacidad de fijación, y una significativa capacidad de virulencia, la cual, se presenta cuando las condiciones son idóneas para la proliferación de la misma y la generación de su actividad patógena (Ouwehand y Salminen, 2003; Soccol *et al.*, 2010). Se han detectado que en el mucus de las células epiteliales existen receptores

específicos donde las bacterias se adhieren dando inicio a la colonización; si una cepa no puede adherirse a estos receptores, pasa al lumen y luego se pierde en las heces. Diversas cepas de probióticos se han seleccionado por tener una buena capacidad para adherirse al tracto intestinal, en donde los microorganismos colonizan el ecosistema del tracto intestinal cuando se fijan al epitelio del mismo. Otros probióticos han sido seleccionados por su capacidad para adherirse al mucus epitelial o cuticular de igual forma que el biopelículas que hay en el medio en donde habitan los huéspedes (Ouwehand y Salminen, 2003).

b) Agentes antagonistas. Los microorganismos administrados para colonizar un ecosistema compiten con los nativos y deben tener la capacidad de substituirlos, y en el mejor de los casos poder permanecer en el huésped, por tal motivo existen algunas estrategias adicionales que permiten detectar cepas con potencial probiótico, ya que, alternativamente se han seleccionan cepas que producen y excretan bactericidas, antibióticos u otros metabolitos que sean capaces de inhibir y/o antagonizar con la flora nativa, especialmente con bacterias patógenas (Corcionivoschi *et al.*, 2010; Soccol *et al.*, 2010; Brown, 2011).

c) Bioremediadores del medio ambiente. Una de las líneas que actualmente está tomado auge, es aquella relacionada con las cepas que actúan en el medio ambiente de producción, ya sea en la columna de agua o bien en el fondo de los tanques. Las cepas que están involucradas en esta función, son todas aquellas que son capaces acelerar los ciclos biogeoquímicos y disminuir los niveles de amonio, nitritos y nitratos generados por la descomposición de las heces (Paik, 2001; Lee, 2008).

d) Diferencias entre especies y cepas. No todas las especies de microorganismos o cepas, presentan las mismas características, cualidades y funcionalidad. Por ejemplo, no porque una bacteria o algunas de sus cepas

sean capaces de romper la molécula de celulosa, disminuir el amonio o producir ciertas proteasas decir que ésta puede funcionar como probiótico, o bien no porque una cepa sea muy eficiente en una especie, esto quiere decir que pueda usarse en otra especie. La efectividad de estos productos, sólo se obtiene al escoger adecuadamente la cepa, y esto depende del área en donde la vamos a utilizar, las características propias de la misma, la especie en donde se va a usar y de las condiciones a la que lo someteremos; si no se toman en cuenta estos aspectos para definir nuestro probiótico, existe el riesgo de que no cumpla con su propósito (Lutful-Kabir, 2009; Soccol *et al.*, 2010).

e) Estabilidad del probiótico. Es muy importante señalar que los probióticos pueden actuar dentro del huésped, en la superficie de los mismos, o áreas en donde estos habitan (biopelículas), además de la columna de agua o bien en el fondo de los estanques o abrevaderos (Reid y Friendship, 2002). Sin embargo, los factores ambientales al que se exponen los microorganismos influyen en su modo de acción, en la susceptibilidad del huésped y del medio para retenerlo. Por ejemplo, el estrés hace que el huésped sea más susceptible a las infecciones; el uso de antibióticos facilita la fijación del probiótico en el intestino, factores genéticos y fisiológicos provocan trastornos, etc. Lo mismo sucede cuando los probióticos interactúan con la capa bacteriana que cubre al organismo o en el medio (biopelículas) (Reid y Friendship, 2002). La aplicación de antibióticos de amplio espectro puede destruir la flora bacteriana, dejando el espacio libre para que se fijen los probióticos, sin embargo, si estos no fueron seleccionados correctamente, o solo son cepas que actúan temporalmente, se puede correr el riesgo de estar limpiando el medio para la fijación de cepas patógenas, además de generar resistencia bacteriana (Ishibashi y Yamazaki, 2001).

f) Mezclas de probióticos. Los estudios y experiencias que se han obtenido hasta el momento con probióticos, han demostrado que no existe una cepa que pueda cubrir todas las expectativas para solucionar todos los problemas de una especie (Roy *et al.*, 2010). Debido a lo anterior, varias investigaciones y diversas empresas comerciales han optado por diseñar productos comerciales en donde se combinan más de un microorganismo con capacidad probiótica para hacer más eficiente y versátil su aplicación y así obtener mejores resultados. Estas mezclas han demostrado ser más eficaces y tener mayor potencial comercial, por lo que no es de extrañarse que ésta se convierta en una de las principales líneas a desarrollar en un futuro próximo (Kosin y Rakshit, 2006; Wannaprasat *et al.*, 2009).

g) Viabilidad de la preparación. Otra consideración importante es la viabilidad y actividad celular de la preparación, es decir definir qué cantidad del microorganismo que estamos usando como probiótico, se encuentra activo y/o viable cuando es suministrado al huésped. *Lactobacillus*, por ejemplo, tiene una baja viabilidad celular cuando se procesa mediante un secado en frío o cuando la temperatura supera los 90°C por más de 9 min. Algunas levaduras pueden desactivarse y morir cuando la temperatura sobrepasa los 82°C por más de 2 min (Aguirre-Guzmán *et al.*, 2002). Cabe aclarar que existe una diferencia entre microorganismos activos y viables, el primero de ellos, representa a aquellos que poseen actividad celular pero que no por eso tienen capacidad de multiplicarse; los organismos viables son aquellos capaces de multiplicarse (Nieto y Janeth, 2009). Esta característica es muy importante dentro de los probióticos, ya que nos permite elaborar productos para condiciones diferentes, aquí se define si se requiere un producto que permanezca largos períodos de tiempo en el huésped, o si es necesario suministrarlo seguido para ver intensificado su efecto.

Hay que recordar que los microorganismos no son estáticos y que pueden cambiar totalmente sus cualidades cuando se enfrentan a condiciones ambientales diferentes (Aguirre-Guzmán *et al.*, 2002).

5. Perspectivas de aplicación

Los probióticos en la producción pecuaria y acuícola son elementos que están presentes cada vez más, y que evolucionan junto con estas industrias. Es de esperarse que con el tiempo encontremos más y más productos en el mercado, con mejores elementos para ser empleados con más eficiencia y en fases más específicas a lo largo de la producción. En México existen pocos productos, sin embargo, hay muchos más que se pueden encontrar en el mercado extranjero.

Los probióticos son productos de uso rutinario en la alimentación pecuaria y cada vez más en la acuícola en donde se utilizan en todas las fases de producción. Los resultados obtenidos han permitido extender su uso en todo el ciclo de vida de los organismos, generando nuevos productos que facilitan su aplicación, y que favorecen su acción a mediano y largo plazo. Para la industria pecuaria el uso de probióticos es algo ya normal y necesario que disminuye las enfermedades y aumenta la producción.

Los productores pecuarios y acuícolas mexicanos tienen poca práctica en el uso de probióticos. Esto ha generado que diversas empresas utilicen los probióticos, como una posible solución a múltiples problemas a lo largo de todo su ciclo de producción, utilizándolos además, para cualquier especie. Hay que tomar en cuenta que estos productos han sido creados para ser utilizados de forma específica con solo una o pocas especies en donde pueden ser empleados, para alguna de las fases de su ciclo de vida y para resolver o ayudar a resolver algún(os) de los problema(s) que se presentan. Utilizar los probióticos en forma indiscriminada, es un desperdicio de recursos y tiempo. Para

poder utilizar eficientemente los probióticos, el productor debe tomar en cuenta si el producto está creado para trabajar bajo las condiciones que él necesita, con las especies adecuadas de microorganismos, en la dosis necesaria y, aplicarla en la fase correspondiente. Cuando el productor tome en cuenta estas condiciones, este tipo de productos podrán favorecerlo brindándole una herramienta adicional que él verá expuesta en la mayor rentabilidad de su empresa.

Con el tiempo, diversos grupos de investigadores en se han dado a la tarea de crear mezclas de probióticos seleccionados de los organismos en donde se van a utilizar y de las regiones en donde se van a cultivar. Esto puede ser un proceso largo para desarrollar estos productos pero a la larga puede ser lo más efectivo y económico.

Agradecimientos

Se agradecen a la Universidad Autónoma de Tamaulipas y al Consejo Tamaulipeco de Ciencia y Tecnología por el apoyo proporcionados para la publicación de este trabajo.

Referencias bibliográficas

- Abe, F.; Ishibashi, N.; Shimamura, S. 1995. Effect of administration of bifidobacteria and lactic acid bacteria to newborn calves and piglets. *Journal of Dairy Science* 78: 2838–2846.
- Aguirre-Guzmán, G.; Ricque-Marie, D.; Cruz-Suárez, L.E. 2002. Survival of agglomerated *Saccharomyces cerevisiae* in pelleted shrimp feeds. *Aquaculture* 208: 125–135.
- Brown, M. 2011. Modes of action of probiotics: recent developments. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 10: 1895-1900.
- Buddington, R. 2009. Using probiotic and prebiotic to manage the gastrointestinal tract ecosystem. In: *Prebiotics and Probiotics Science and Technology*. Charalampopoulos, D.; Rastall, R.A. (Eds.). Springer. pp. 1-31.
- Colin-Alvarez, L.; Morales-Barrera, E.; Avila-Gonzalez, E. 1994. Evaluación de promotores del crecimiento para pollos de engorda. *Veterinaria México* 25: 141-144.
- Collado, M.C.; Surono, I.; Meriluoto, J.; Salminen, S. 2007. Indigenous dadih lactic acid bacteria: cell-surface properties and interactions with pathogens. *Journal of Food Science* 72: 89-93
- Collins, J.W.; La Ragione, R.M.; Woodward, M.J.; Searle, L.E.J. 2009. Application of prebiotics and probiotics in livestock. In: *Prebiotics and Probiotics Science and*

- Technology. Charalampopoulos D.; Rastall R.A. (Eds.). Springer. pp 1123-1192.
- Corcionivoschi, N.; Drinceanu, D.; Mircea Pop, I.; Stack, D.; Ștef, L.; Julean, C.; Bourke, B. 2010. The effect of probiotics on animal health. *Animal Science and Biotechnologies* 43: 35-41.
- FAO. 2012. The State of World Fisheries and Aquaculture. Gaggia, F.; Mattarelli, P.; Biavati, B. 2010. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *International Journal of Food Microbiology* 141: 15–28.
- Ishibashi, N.; Yamazaki, S. 2001. Probiotics and safety. *American Journal of Clinical Nutrition*. 73: 465S–470S.
- Kailasapathy, K.; Chin, J. 2000. Survival and therapeutic potential of probiotic organisms with reference to *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* spp. *Immunology and Cell Biology* 78: 80–88
- Kechagia, M.; Basoulis, D.; Konstantopoulou, S. Dimitriadi, D.; Gyftopoulou, K.; Skarmoutsou, N.; Fakiri, E.M. 2013. Health Benefits of probiotics: A Review. *ISRN Nutrition* 1: 1-45
- Kosin, B.; Rakshit, S.K. 2006. Microbial and processing criteria for production of probiotics: A review. *Food Technology and Biotechnology* 44: 371–379.
- Kyriakis, S.C.; Tsiloyiannis, V.K.; Vlemmas, J.; Sarris, K.; Tsinas, A.C.; Alexopoulos, C.; Jansegers, L. 1999. The effect of probiotic LSP 122 on the control of post-weaning diarrhoea syndrome of piglets. *Research in Veterinary Science* 67: 223–228.
- Lee, E.Y. 2008. Problems and verification system of probiotics as livestock-environment improving agent produced and circulated. *Korean Journal of Microbiology and Biotechnology* 36: 87-95.
- Lutful-Kabir, S.M. 2009. The role of probiotics in the poultry industry. *International Journal of Molecular Sciences* 10: 3531-3546.
- Maldonado-Galdeano, C.; Perdigón, G. 2004. Role of viability of probiotic strains in their persistence in the gut and in mucosal immune stimulation. *Journal of Applied Microbiology* 97: 673–681.
- Milenković, M.; Milanović, V.; Milošević, B.; Stefanovski, S. 2011. Probiotic farm pack y in feed for sows and piglets: effect on initial piglet's body weight. *Macedonian Journal of Animal Science* 1: 347–450.
- Nieto, A.; Janeth, C. 2009. Levaduras nativas como aditivos funcionales para mejorar la nutrición de monogástricos y rumiantes en condiciones tropicales. Mosquera (Colombia). CORPOICA. pp. 1-26.
- Ouwehand, A.C.; Salminen, S. 2003. *In vitro* adhesion assays for probiotics and their *in vivo* relevance: A review. *Microbial Ecology in Health and Disease* 15: 175-184.
- Paik, I.K. 2001. Management of excretion of phosphorus, nitrogen and pharmacological level mineral to reduce environmental pollution from animal production. *Review. Asian Australian Journal Animal Science* 14: 384-394.
- Patterson, J.A.; Burkholder, K.M. 2003 Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poultry Science* 82: 627–631.
- Reid, G.; Friendship, R. 2002. Alternatives to antibiotic use: probiotics for the gut. *Animal Biotechnology* 13: 97-112.
- Riddell, J.B.; Gallegos, A.J.; Harmon, D.L.; McLeod, K.R. 2010. Addition of a *Bacillus* based probiotic to the diet of preruminant calves: Influence on growth, health, and blood parameters. *International Journal of Applied Research Veterinary Medicine* 8: 78-85.
- Roy, K.; Langerholc, T.; Cencič, A. 2010. Potential role of probiotics for sustainability in rural India. *Revija za geografijo - Journal for Geography* 5-2: 121-128.
- Scholz-Ahrens, K.E; Ade, P.; Marten, B.; Weber, P.; Timm, W.; Aşil, Y.; Glüer, C.C.; Schrezenmeir, J. 2007. Prebiotics, probiotics, and synbiotics affect mineral absorption, bone mineral content, and bone structure. *The Journal of Nutrition* 137: 838S–846S.
- Soccol, C.R.; Vandenbergh, L.P.S.; Spier, M.R.; Medeiros, A.B.P.; Yamaguishi, C.T.; Lindner, J.D.; Pandey, A.; Thomaz-Soccol, V. 2010. The potential of probiotics: A review. *Food Technology and Biotechnology* 48: 413–434.
- Wannaprasat, W.; Koowatanakul, C.; Ekkapobytin, C.; Chuanchuen, R. 2009. Quality analysis of commercial probiotic products for food animals. *Southeast Asian Journal of Tropical Medical Public Health* 40: 1103-1112.