

PROBIÓTICOS EN CERDOS: RESULTADOS CONTRADICTORIOS

John Giraldo-Carmona¹
William Narváez-Solarte²
Elvis Díaz-López³

RESUMEN

El uso de antibióticos a niveles subterapéuticos como promotores de crecimiento, generan preocupación a nivel mundial por la posible resistencia de algunos microorganismos a ciertos antibióticos, que podrían de manera potencial transferir genes resistentes desde los animales hacia la microbiota humana; existen alternativas como los probióticos y prebióticos, que estimulan la inmunidad del huésped y no tienen residuos en los productos de origen animal, por lo cual se pretende en esta investigación estudiar sus efectos en la nutrición porcina e identificar las principales falencias que se presentan en la experimentación que se realiza con estos. Los probióticos son microorganismos vivos que cuando se administran en la cantidad adecuada, le generan un efecto benéfico al huésped, disminuyen los problemas de salud y pueden aumentar la productividad, gracias a que con ellos se pueden afectar las proporciones de las diferentes especies de bacterias en la microbiota del tracto gastrointestinal. No obstante, en cuanto a su efecto como promotores de crecimiento los resultados son contradictorios, en gran medida por la diversidad de cepas, especies de microorganismos, dosis, la forma de administración; así como también la diferente composición de las dietas utilizadas en los bioensayos.

Palabras clave: ácido lácticas, gastrointestinal, microbiota, porcinos, rendimiento.

PROBIOTICS IN SWINE: CONTRADICTORY RESULTS

ABSTRACT

The use of antibiotics at a sub-therapeutic level as growth promoters raises concern worldwide because of the possible tolerance that some microorganisms can develop against some antibiotics which could, in a potential manner transfer resistance genes from animals to human microbiota. There are some alternatives such as probiotics and prebiotics that stimulate the host's immunity and do not leave any residue in any animal origin products; therefore, this research intends to study its effects on the pigs' diet and to identify the main deficiencies visible in the experimentation carried out with them. Probiotics are live microorganisms that, when administered in the right amount, create benefic effects in the host, lowering health problems, and raising productivity because they can affect the proportions of different species of bacteria in the in the gastrointestinal tract microbiota; however, as far as its effect as growth promoters, the results are contradictory mainly because of the wide diversity of strains and species doses and administration forms as well as different composition of the diets used in the bioassays.

Key words: gastrointestinal, lactic acid, microbiota, performance, swine.

¹ Médico Veterinario Zootecnista, Estudiante maestría Ciencias Veterinarias, Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. jhonalejandro88@hotmail.com

² Doctor, Departamento de Salud Animal, Universidad de Caldas, Grupo de Investigación en Nutrición, Metabolismo y Seguridad Alimentaria. Manizales, Colombia. wnarvaez@ucaldas.edu.co

³ M.Sc., Departamento de Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. elvis.diaz@ucaldas.edu.co

INTRODUCCIÓN

La necesidad de mejorar las empresas pecuarias, disminuyendo los costos de producción y maximizando la productividad, llevaron al uso de antibióticos a niveles subterapéuticos como promotores de crecimiento, con el propósito de disminuir la incidencia de algunas enfermedades y mejorar la utilización de los nutrientes por parte del animal; sin embargo, estas sustancias generaron una preocupación a nivel mundial por la posible resistencia de algunos microorganismos a ciertos antibióticos, y que podrían de manera potencial transferir genes resistentes desde los animales hacia la microbiota humana (1), lo cual llevó a su prohibición por la Unión Europea desde el año 2006 (2).

La búsqueda de nuevas alternativas a los antibióticos promotores de crecimiento se incrementó, y actualmente se buscan compuestos que aumenten la inmunidad del huésped y no tengan efectos secundarios o residuales en los productos de origen animal (3); es allí donde los probióticos, prebióticos y simbióticos tienen un gran potencial por su efecto modulador de la microbiota del tracto gastrointestinal, que genera efectos positivos en el huésped.

En cuanto al uso de probióticos en la producción porcina, existen problemas metodológicos en los bioensayos que impiden concluir de manera veraz su efectividad como promotores de crecimiento, es por esto que en esta investigación de tipo documental se pretende estudiar los efectos de los probióticos en la alimentación porcina y algunas falencias que se presentan en los experimentos que evalúan estas sustancias.

MICROBIOTA INTESTINAL

La microbiota del tracto gastrointestinal en mamíferos es compleja y biodiversa, posee una gran cantidad de especies y células que superan las 10^{14} (4-6), es altamente activa e interactúa de manera directa con el huésped (7).

Las bacterias intestinales se dividen en especies que producen efectos perjudiciales como: diarrea, infección, daño hepático, carcinogénesis y putrefacción intestinal; y especies que generan efectos benéficos como: estimulación del sistema inmune de manera no inflamatoria, disminución de los problemas de distensión por gases, mejora en la digestión y absorción de nutrientes, producción de ácidos grasos volátiles y participación en la síntesis de vitaminas, principalmente del complejo B. Cabe señalar que algunos de estos efectos se deben, principalmente, a la inhibición del crecimiento de bacterias perjudiciales (7, 8).

PROBIÓTICO

Definición de probiótico

Según la FAO/WHO (9) un probiótico es un "microorganismo vivo que cuando se administra en la cantidad adecuada, le genera un efecto benéfico al huésped".

Los probióticos pueden ser útiles en las producciones pecuarias porque mejoran el bienestar de los animales, disminuyen los problemas de salud y, por ende, pueden aumentar la productividad; además de estar acorde con las normas legales y las exigencias para alimentos funcionales bioseguros del consumidor (10, 11).

Una de las experiencias de aceptación de estos productos en la dieta humana, ha demostrado que bebidas lácteas con inclusión de *Lactobacillus casei* solo o en combinación con *L. plantarum*, *L. acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* y dos cepas de *Bifidobacterium breve*, aumentan la actividad de las células NK y la concentración de inmunoglobulina A salival en niños después de 30 días de consumir los productos, y debido a que esta inmunoglobulina juega un papel central en la inmunidad local, su incremento puede reforzar la resistencia de la mucosa a las infecciones (11). Según los mismos

autores, la modulación del sistema inmune está estrictamente correlacionada con la presencia de las bacterias probióticas en el intestino.

La capacidad de las cepas exógenas para sobrevivir en el tracto digestivo es considerada un prerrequisito para ejercer su función como probiótico; condición ejemplificada con el comportamiento de la cepa *L. casei*, la cual es influenciada positivamente por la presencia de bifidobacterias en el intestino, reflejándose en la alta viabilidad en heces y en el aumento de la población de lactobacillus y bifidobacterias intestinales, demostrando así buena resistencia de la cepa a las condiciones adversas y su adaptación a los cambios repentinos del ambiente intestinal (11).

Entre las cepas de mayor utilización como probióticos se encuentran principalmente bacterias Gram positivas como el *Lactobacillus*, el *Enterococcus*, el *Bacillus*, el *Bifidobacterium* y la *Saccharomyces* (7, 12).

En experimentos recientes se han obtenido probióticos de alimentos fermentados, que en su gran mayoría son microorganismos mesófilos, aunque también se pueden encontrar algunas arqueobacterias extremófilas de las cuales aún no se conoce con exactitud cómo sus metabolitos tienen efectos probióticos en los mamíferos (13). Los efectos benéficos de los probióticos son específicos de cada cepa bacteriana, por tal motivo, siempre primero se debe hacer la identificación de las cepas para relacionarlo con un efecto específico en la salud, así como también para permitir la vigilancia y posteriores estudios epidemiológicos, lo cual implica que cada cepa o combinación de cepas deben ser probadas y evaluadas para conocer su efecto benéfico (9, 14).

Fuller (15) describe cuatro formas posibles de cómo funcionan los probióticos en el tracto gastrointestinal. La primera es la producción de sustancias antimicrobiales: estas sustancias pueden reducir el número de células viables,

interferir en su metabolismo o en la producción de toxinas; la producción de ácidos grasos volátiles, principalmente el ácido láctico por parte de las bacterias ácido lácticas reducen la colonización del intestino por parte de las bacterias patógenas. Segunda, competencia por receptores de adhesión: algunos probióticos se adhieren a la pared intestinal y por lo tanto compiten por los sitios de adhesión. Tercera, competencia por nutrientes: aunque el intestino es muy rico en nutrientes y es poco probable que se compita por nutrientes, la disminución de solo un nutriente puede influir en la composición de la microbiota. Cuarta, estimulación de la inmunidad: se ha encontrado que los lactobacillus estimulan la actividad de los macrófagos contra diferentes especies de bacterias ya sea por absorción de antígenos específicos o translocación del lactobacilo al torrente sanguíneo.

Efecto de los probióticos sobre la microbiota y el tracto gastrointestinal en cerdos

Las bacterias probióticas son transferidas desde la cerda a los lechones por contacto con las heces maternas, antes de que éstos inicien el consumo de alimento sólido (16). En el periodo del destete se genera una disrupción en la microbiota normal del tracto gastrointestinal con cambios en la flora bacteriana del ciego, aumento en las enterobacterias y disminución de las bacterias ácido lácticas que abundan en el lechón lactante. Simultáneamente, suceden cambios en la histología del ciego, aumentándose la actividad proliferativa de las criptas y del sistema inmune en la mucosa cecal. Castillo et al. (17) observaron que el peso del ciego de lechones destetados que consumen alimentos balanceados es mayor que el de aquellos que a la misma edad solo consumen leche, y sostienen que este efecto se debe al incremento del material fermentable proveniente de la dieta, que da inicio a la actividad fermentativa a nivel de colon.

Lahtinen et al. (18) afirman que muchas cepas de *Bacillus* pueden ser aisladas del tracto

gastrointestinal de los cerdos y ser usadas como probióticos promisorios, gracias a que tienen buena tolerancia al ácido gástrico y al jugo biliar. También manifiestan que en sus investigaciones no han encontrado relación entre el sitio del intestino de donde se aísla la cepa y su potencial actividad probiótica.

En los estudios revisados, la morfología intestinal, la longitud de las vellosidades y la profundidad de las criptas no se vieron afectadas por el uso de diferentes especies de probióticos (19, 20), mientras tanto Ross et al. (10) concluyeron que las estructuras morfológicas de animales alimentados con probióticos mejoran (Tabla 1). Cabe resaltar que la totalidad de las investigaciones dan cuenta de que existe modificación en la microbiota del tracto gastrointestinal, mostrando aumento en el recuento de las bacterias ácido lácticas, que tienen mayor relación con el probiótico suministrado, y disminución en el recuento de bacterias patógenas como *E. coli*, así como el de los coliformes fecales (10, 14, 21, 22); generándose un efecto mayor, a medida que se aumenta el tiempo de suministro del probiótico (23).

Taras et al. (16) observaron que las heces provenientes de lechones que recibieron en la dieta probióticos presentaron mejor consistencia; y que la incidencia de diarreas postdestete en estos animales se vio disminuida (14).

Efecto de los probióticos sobre el rendimiento zootécnico

Numerosos estudios se han realizado en lechones alimentándolos con diferentes cepas de bacterias con el fin de evaluar su efecto probiótico (Tabla 1), ya sea suministradas en el alimento, en el agua de bebida o directamente al animal vía oral; de la misma forma se han evaluado preparados de bacterias, que combinan diferentes cepas para potencializar el efecto probiótico y así mejorar el rendimiento de los animales, o usando un solo tipo de bacteria. Al analizar los diversos

resultados obtenidos se observa discrepancia entre ellos, mientras algunos autores encuentran superior rendimiento zootécnico de los animales que consumen los probióticos, como aumento del consumo de alimento y la ganancia de peso, sin efecto sobre la conversión alimenticia (23), otros como Taras et al. (16) y Mallo et al. (21) encontraron aumento en la eficiencia alimenticia de un 8% y mayor eficiencia en la conversión alimenticia, pasando esta de 1,74 a 1,60, respectivamente; por su parte, Guerra et al. (23) además del incremento en la ganancia y la mejoría en la conversión alimenticia, observaron disminución en el consumo de alimento; disminución también observada por Ross et al. (10), aunque ellos no encontraron efecto de los probióticos sobre la ganancia de peso. Giang et al. (14) encontraron en los lechones alimentados con probióticos mejora en las tres variables de rendimiento zootécnico, como son ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. No obstante estos resultados, son varias las investigaciones en las cuales se manifiesta que la adición de probióticos en la dieta de los lechones no ocasiona ningún tipo de mejora en los parámetros zootécnicos (20, 23-25).

También se han utilizado probióticos en cerdas gestantes para determinar si producen una mejora en la cantidad y calidad de las camadas, así como la reducción de mortinatos (Tabla 2), sin embargo nuevamente los resultados no son concluyentes, aun en investigaciones realizadas dentro de un mismo grupo de investigadores, son los casos de Taras et al. (16, 22), quienes encontraron una mejora significativa en el desempeño de las cerdas, mientras que los mismos autores en otros bioensayos no encontraron diferencias entre el grupo de cerdas tratadas y el control (24).

En la primera investigación donde se suministró oralmente un extracto de compost fermentado-termófilo en porcinos, en donde las bacterias más representativas fueron *Bacillus thermoamylovorans* y *Bacillus thermocloacae* (26), bacterias poco utilizadas y evaluadas en las investigaciones, se

redujo el número de mortinatos y se generó un efecto promotor de crecimiento en los lechones, bajo el argumento de que el estado de salud de la madre se ve reflejado directamente en el normal crecimiento de los fetos y los neonatos; aunque todas las dietas experimentales contenían otras bacterias probióticas que pudieron interactuar con las bacterias del extracto, potencializando el efecto o enmascarando algunos efectos que ya se habían generado por las demás bacterias, los autores concluyeron que las bacterias que se forman en el proceso de compostaje termofílico pueden ser una fuente potencial de bacterias probióticas para mamíferos (13).

Aunque Ehrman et al. (27) recomiendan que en vez de utilizar un solo microorganismo se deben utilizar múltiples cepas o mezcla de ellos para aumentar la efectividad del probiótico, respaldado con los resultados obtenidos por Giang et al. (14), existen diversas investigaciones en las que se observa que los preparados con diferentes cepas no mejoraron la productividad de los animales (20, 25).

Si bien se podría pensar que el efecto promotor de crecimiento depende de la cepa probiótica utilizada, de la dosis utilizada y del tiempo en el cual fue suministrada, también es de vital

importancia tener en cuenta los ingredientes que componen la dieta, ya que el uso de dietas heterogéneas en cuanto a su contenido de ingredientes entre las diversas investigaciones, no permite realizar comparaciones acertadas entre los efectos que tiene una cepa en particular, aunado a esto, en algunas investigaciones no se presenta la composición de la dieta, o utilizan de dietas comerciales que pueden tener una gran variedad de aditivos que interfieran con los resultados obtenidos. Dentro de este contexto, si se comparan el arroz, maíz, trigo y cebada, que son las fuentes energéticas de mayor uso en las dietas experimentales (tablas 1 y 2), se observa que difieren ampliamente en cuanto a su contenido de oligosacáridos y polisacáridos no amiláceos, aumentándose en el mismo orden en el cual se encuentran listados (28); carbohidratos que generalmente se encuentran como constituyentes de la fracción fibrosa del ingrediente y que no pueden ser digeridos por las enzimas digestivas, en cambio, sí son utilizados en gran medida por la microbiota del tracto gastrointestinal, principalmente a nivel de colon y ciego, como sustrato, generando un efecto prebiótico (29) el cual puede enmascarar el efecto de los probióticos adicionados en las dietas.

Tabla 1. Efecto de los probióticos sobre la microbiota, el intestino y el rendimiento zootécnico en lechones*.

Género	Especie	Cepa	Edad	Vía de administración	Dosis	Tiempo de administración	Dieta	Intestino	Flora	Consumo de alimento	Ganancia de peso	Conversión alimenticia	Referencia
<i>Lactobacillus</i> y <i>Enterococcus</i>	<i>L. acidophilus</i> y <i>E. faecium</i>	-	21 días	Oral**	5 ml con 10 ⁹ UFC/L cu	Única dosis	-	NS	-	NS	NS	NS	Walsh et al. (20)
<i>Lactobacillus</i> y <i>Enterococcus</i>	<i>L. acidophilus</i> y <i>E. faecium</i>	-	21 días	En bolo y en el alimento	5 ml con 10 ⁹ UFC/L	34 días	-	NS	-	NS	NS	NS	Walsh et al. (20)
<i>Bacillus</i>	<i>B. licheniformis</i> y <i>B. subtilis</i>	-	-	-	Producto comercial 0,05%	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacillus</i>	<i>B. licheniformis</i> y <i>B. subtilis</i>	-	21 días	En el alimento	Producto comercial 0,05%	34 días	-	NS	-	NS	NS	NS	Walsh et al. (20)
<i>Saccharomyces</i>	<i>S. cerevisiae</i>	-	35 días	En el alimento	6x10 ⁸ UFC/kg	21 días	-	NS	-	-	-	-	Marrinho et al. (19)
Xylo-oligosacáridos y <i>Saccharomyces</i>	<i>S. cerevisiae</i>	-	35 días	En el alimento	20 g/kg 6x10 ⁸ UFC/kg	21 días	-	p < 0,05	Altura de vellosidad de íleon y ancho de criptas de duodeno	-	-	-	Marrinho et al. (19)
<i>Lactobacillus</i> y <i>Enterococcus</i>	<i>L. amylovorus</i> y <i>E. faecium</i>	-	35 días	Oral diariamente	3 ml 10 ⁸ UFC/ml	35 días	Cebada, maíz extrusado, trigo de soja	Estructuras más preservadas	p < 0,05	p < 0,05	NS	p < 0,05	Ross et al. (10)
<i>Enterococcus</i>	<i>E. faecium</i>	CECT 4515	28 días	En el alimento	10 ⁹ UFC/g de alimento	28 días	-	-	p < 0,05	NS	p < 0,05	p < 0,05	Mallo et al. (21)
<i>Enterococcus</i>	<i>E. faecium</i>	NCIMB 10415	Lechones de 15 días	En el alimento	2x10 ⁸ UFC/kg	42 días	Trigo, harina de soja, cebada, leche en polvo, salvado de avena	-	-	NS	NS	NS	Jaras et al. (24)
<i>Bacillus</i>	<i>B. cereus</i> var. <i>toyoi</i>	CNCM I-1012/NCIMB 40112	Lechones de 15 días	En el alimento	1,3x10 ⁹ y 1,4x10 ⁹ UFC/kg	42 días	Trigo, harina de soja, cebada, leche en polvo, salvado de avena	-	p < 0,05	NS	NS	p < 0,01	Jaras et al. (22)
<i>Pediococcus</i>	<i>P. acidilactici</i>	NRRL B-5627	21 días	En el alimento	2,62x10 ¹⁰ 20 ml del cultivo/kg	42 días	Cebada, maíz, suero de leche en polvo, harina de soja, trigo	-	p < 0,05	p < 0,05	NS	p < 0,05	Guerra et al. (23)
<i>Lactococcus</i>	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	CECT 539	21 días	En el alimento	1,37x10 ¹⁰ 20 ml del cultivo/kg	42 días	-	-	-	NS	NS	NS	Guerra et al. (23)
<i>Lactobacillus</i>	<i>L. casei</i> subsp. <i>casei</i>	CECT 4043	21 días	En el alimento	1,26x10 ¹⁰ 20 ml del cultivo/kg	42 días	-	-	-	p < 0,05	p < 0,05	NS	Guerra et al. (23)
<i>Enterococcus</i>	<i>E. faecium</i>	CECT 410	21 días	En el alimento	1,10x10 ¹⁰ 20 ml del cultivo/kg	42 días	Cebada, maíz, suero de leche en polvo, harina de soja, trigo	-	-	p < 0,05	NS	p < 0,05	Guerra et al. (23)

Género	Especie	Cepa	Edad	Via de administración	Dosis	Tiempo de administración	Dieta	Intestino	Flora	Consumo de alimento	Ganancia de peso	Conversión alimenticia	Referencia
<i>Lactobacillus</i>	<i>L. plantarum</i>	ATCC 4336	35 días	En el alimento	5x10 ⁹ UFC/kg	56 días	Maíz, harina de soya, harina de girasol, harina de pescado	-	-	-	NS	NS	Veiza et al. (25)
<i>Enterococcus</i>	<i>L. fermentum</i>	DSM 20016			5x10 ⁹ UFC/kg								
	<i>E. faecium</i>	ATCC 19434			5x10 ⁹ UFC/kg								
<i>Lactobacillus</i>	<i>L. plantarum</i>	ATCC 4336	35 días	En el alimento	1, 1,5 y 2 g/Kg	42 días	Maíz, harina de soya, harina de girasol, harina de pescado	-	-	-	NS	NS	Veiza et al. (25)
<i>Enterococcus</i>	<i>L. fermentum</i>	DSM 20016			5x10 ⁹ UFC/kg								
	<i>E. faecium</i>	ATCC 19434			5x10 ⁹ UFC/kg								
<i>Enterococcus</i>	<i>E. faecium</i>	6H2	26-28 días	En el alimento	4-8x10 ⁹ UFC/ml	35 días	Arroz quebrado extrusado, maíz extrusado, harina de soya, lactoreemplazador, suero de leche	-	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001	Giang et al. (14)
<i>Lactobacillus</i>	<i>L. acidophilus</i>	C3			3-7x10 ⁹ UFC/ml								
	<i>L. fermentum</i>	NC1			5-7x10 ⁹ UFC/ml								
<i>Pediococcus</i>	<i>P. pentosaceus</i>	D7			1,3-8,5x10 ⁹ UFC/ml								
					2 ml de cada cepa día/Kg de dieta								
<i>Enterococcus</i>	<i>E. faecium</i>	6H2	26-28 días	En el alimento	4-8x10 ⁹ UFC/ml	35 días	Arroz quebrado extrusado, maíz extrusado, harina de soya, lactoreemplazador, suero de leche	-	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001	Giang et al. (14)
<i>Lactobacillus</i>	<i>L. acidophilus</i>	C3			3-7x10 ⁹ UFC/ml								
	<i>L. fermentum</i>	NC1			5-7x10 ⁹ UFC/ml								
<i>Pediococcus</i>	<i>P. pentosaceus</i>	D7			1,3-8,5x10 ⁹ UFC/ml								
					4-8x10 ¹¹ UFC/ml								
<i>Bacillus</i>	<i>B. subtilis</i>	H4			2 ml de cada cepa día/Kg de dieta								
<i>Enterococcus</i>	<i>E. faecium</i>	6H2	26-28 días	En el alimento	4-8x10 ⁹ UFC/ml	35 días	Arroz quebrado extrusado, maíz extrusado, harina de soya, lactoreemplazador, suero de leche	-	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001	p < 0,001	Giang et al. (14)
<i>Lactobacillus</i>	<i>L. acidophilus</i>	C3			3-7x10 ⁹ UFC/ml								
	<i>L. fermentum</i>	NC1			5-7x10 ⁹ UFC/ml								
<i>Pediococcus</i>	<i>P. pentosaceus</i>	D7			1,3-8,5x10 ⁹ UFC/ml								
					2 ml de cada cepa día/Kg de dieta								
<i>Saccharomyces</i>	<i>S. boulardii</i>	Sb			1,3-8,5x10 ⁹ UFC/ml								
					3-9x10 ¹⁰ UFC/ml								
					2 ml de cada cepa día/kg de dieta								

* Se utilizaron los resultados de todo el periodo experimental en los ensayos revisados.

** Oral: se suministró directamente a cada animal en la cavidad oral.

Tabla 2. Efecto de los probióticos en cerdas reproductoras y sus camadas.

Género	Especie	Cepa	Edad	Vía de administración	Dosis	Tiempo de administración	Dieta	Intestino	Flora	Consumo de alimento	Lechones nacidos vivos	Peso de camada al nacimiento	Mortinatos	Peso de camada al destete	Mortalidad de lechones	Pérdida de peso de la cerda	Referencia
<i>Enterococcus</i>	<i>E. faecium</i>	NCIMB 10415	Cerdas gestantes	En el alimento	1,6x10 ⁸ y 1,2x10 ⁸ UFC/kg	119 días	Cebada, salvado de trigo, pulpa de remolacha azucarera, triticale, harina de cebada,	-	-	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	Taras et al. (24)
<i>Bacillus</i>	<i>B. cereus</i> var. <i>toyoi</i>	CNCM I-1012/NCIMB 40112	Cerdas gestantes	En el alimento	2,6x10 ⁸ y 4x10 ⁸ UFC/kg	119 días	salvado de trigo, pulpa de remolacha azucarera, triticale, harina de soya	-	p < 0,05	p = 0,03	NS	p < 0,001	NS	NS	NS	NS	Taras et al. (22)
<i>Bacillus</i>	<i>B. thermophilovorus</i> <i>B. thermactaneae</i>	-	Cerdas gestantes y lechones	En el agua de bebida	5x10 ⁸ UFC/ml 0,4%	3 años	Maíz, harina de soya	-	-	-	NS	-	p < 0,001	p < 0,05	-	-	Miyamoto et al. (13)

CONCLUSIONES

La administración de probióticos en la dosis adecuada sin lugar a dudas afecta la composición de la microbiota intestinal de manera benéfica para el huésped, sin embargo en cuanto a su efecto promotor de crecimiento los resultados son contradictorios, en gran medida esto se puede explicar por la gran diversidad de cepas y especies utilizadas a diferentes dosis y formas de administración. La diferente composición de las dietas experimentales puede estimular de forma distinta y en diferentes niveles especies de bacterias benéficas, por lo cual se recomienda realizar un consenso de cuáles materias primas utilizadas en las dietas, deben ser las más adecuadas y de menor interferencia en el crecimiento de una cepa bacteriana determinada, para así poder lograr mayor claridad al comparar los resultados provenientes de los diferentes experimentos con probióticos.

En la presente investigación se recomienda utilizar una dieta a base de maíz amarillo y torta

de soya, cuando el objetivo del estudio sea el de determinar la efectividad de una cepa específica, o la combinación de cepas, en el rendimiento zootécnico, la inmunidad, la composición de la microbiota y las características intestinales de los porcinos. Otro factor a tener en cuenta al realizar este tipo de investigaciones es el de determinar el estado de salud de los animales usados como unidades experimentales y las cargas de microorganismos medioambientales de cada explotación que pueden modificar el complejo ecosistema que se encuentra en el tracto gastrointestinal.

Se requiere profundizar en la investigación y selección de las cepas bacterianas o microorganismos con potencial de actividad probiótica, junto con sus sustratos o prebióticos que maximicen su acción, para de esta manera formar compuestos simbióticos que mejoren el bienestar de los animales, promuevan mejor desempeño con menores índices de enfermedad y una menor utilización de antibióticos terapéuticos.

REFERENCIAS

1. Mathur S, Singh R. Antibiotic resistance in food lactic acid bacteria - a review. *International Journal of Food Microbiology* 2005; 105:281-295.
2. EC. Commission of the European Communities, Commission Regulation (EC) No.1831/2003. *Official Journal of European Union* 2003; L268:29-43.
3. Casewell M, Friis C, Marco E, McMullin P, Phillips I. The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for humans and animals health. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* 2003; 52:159-161.
4. Murphy WJ, Larkin DM, Van der Wind AE, Bourque G, Tesler G, et al. Dynamics of mammalian chromosome evolution inferred from multispecies comparative maps. *Science* 2009; 309:613-618.
5. Ley RE, Peterson DA, Gordon JI. Ecological and Evolutionary Forces Shaping Microbial Diversity in the Human Intestine. *Cell* 2006; 124:837-848.
6. Richards JD, Gong J, De Lange CFM. The gastrointestinal microbiota and its role in monogastric nutrition and health with an emphasis on pigs: Current understanding, possible modulations, and new technologies for ecological studies. *J. Anim. Sci* 2005; 85:421-435.
7. Gaggia F, Mattarelli P, Biavati B. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *International Journal of Food Microbiology* 2010; 141:S15-S28.
8. Gibson GR, Roberfroid MB. Dietary Modulation of the Human Colonie Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. *Journal of Nutrition* 1995; 125:1401-1412.
9. FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization). Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. *Guidelines for the Evaluation of Probiotics in foods*. London, Ontario, Canada: s.n.; 2002. p. 1-11.

10. Ross GR, Gusils C, Oliszewski R, Colombo-de-Holgado S, González SN. Effects of probiotic administration in swine. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 2010; 109:545-549.
11. Zaninia K, Marzottoa M, Castellazzi A, Borsari A, Dellaglio F, Torriani S. The effects of fermented milks with simple and complex probiotic mixtures on the intestinal microbiota and immune response of healthy adults and children. *International Dairy Journal* 2007; 17:1332-1343.
12. Anadón A, Martínez-Larrañaga MR, Aranzazu-Martínez M. Probiotics for animal nutrition in the European Union. Regulation and safety assessment. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 2006; 45:91-95.
13. Miyamoto H, Kodama H, Udagawa M, Mori K, Matsumoto J, Oosaki H, et al. The oral administration of thermophile-fermented compost extract and its influence on stillbirths and growth rate of pre-weaning piglets. *Research in Veterinary Science* 2012; 93:137-142.
14. Giang HH, Viet TQ, Ogle B, Lindberg JE. Growth performance, digestibility, gut environment and health status in weaned piglets fed a diet supplemented with a complex of lactic acid bacteria alone or in combination with *Bacillus subtilis* and *Saccharomyces boulardii*. *Livestock Science* 2012; 143:132-141.
15. Fuller R. Probiotics in human medicine. *Gut* 1991; 32:439-442.
16. Taras D, Vahjen W, Simon O. Probiotics in pigs - modulation of their intestinal distribution and of their impact on health and performance. *Livestock Science* 2007; 108:229-231.
17. Castillo M, Martín-Orúe SM, Nofrarías M, Manzanilla EG, Gasa J. Changes in caecal microbiota and mucosal. *Veterinary Microbiology* 2007; 124:239-247.
18. Lahtinen T, Malinen E, Koort JMK, Mertaniemi-Hannus U, Hankimo T, Karikoski N, et al. Probiotic properties of *Lactobacillus* isolates originating from porcine intestine and feces. *Anaerobe* 2010; 16:293-300.
19. Marinho MC, Pinho MA, Mascarenhas RD, Silva FC, Lordelo MM, et al. Effect of prebiotic or probiotic supplementation and ileo rectal anastomosis on intestinal morphology of weaned piglets. *Livestock Science* 2007; 108:240-243.
20. Walsh MC, Saddoris KL, Sholly DM, Hinson RB, Sutton AL, Applegate TJ, et al. The effects of direct fed microbials delivered through the feed and/or in a bolus at weaning on growth performance and gut health. *Livestock Science* 2007; 108:254-257.
21. Mallo JJ, Rioperez J, Honrubia P. The addition of *Enterococcus faecium* to diet improves piglet's intestinal microbiota and performance. *Livestock Science* 2010; 133:176-178.
22. Taras D, Vahjen W, Macha M, Simon O. Response of performance characteristics and fecal consistency to long-lasting dietary supplementation with the probiotic strain *Bacillus cereus* var. *toyoi* to sows and piglets. *Archives of Animal Nutrition* 2005; 59:405-417.
23. Guerra NP, Bernárdez PF, Méndez J, Cachaldora P, Castro LP. Production of four potentially probiotic lactic acid bacteria and their evaluation as feed additives for weaned piglets. *Animal Feed Science and Technology* 2007; 134:89-107.
24. Taras D, Vahjen W, Macha M, Simon O. Performance, diarrhea incidence, and occurrence of *Escherichia coli* virulence genes during long-term administration of a probiotic *Enterococcus faecium* strain to sows and piglets. *Journal of Animal Science* 2006; 84:608-617.
25. Veizaj-Delia E, Piub T, Lekaj P, Tafaj M. Using combined probiotic to improve growth performance of weaned. *Livestock Science* 2010; 134:249-251.
26. Niisawa C, Oka S, Kodama H, Hirai M, Kumagai Y, Mori K, et al. Microbial analysis of composted product of marine animal resources and isolation of antagonistic bacteria to plant pathogen from the compost. *The Journal of General and Applied Microbiology* 2008; 54:149-158.
27. Ehrmann MA, Kurzak P, Baver J, Vogel RF. Characterization of lactobacilli towards their use as probiotic adjuncts in poultry. *J Appl Microbiol* 2002; 33:966-975.
28. Miled IB. Evaluación de complejos enzimáticos en la mejora del valor nutritivo de cereales y leguminosas en la alimentación de pollos en crecimiento. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona; 2001.
29. Hogberg A, Lindberg JE. The effect of level and type of cereal non-starch polysaccharides on the performance, nutrient utilization and gut environment of pigs around weaning. *Animal Feed Science and Technology* 2006; 127:200-219.