

USO DE PROBIÓTICOS EN LA NUTRICIÓN DE CERDOS. UNA REVISIÓN

Probiotics in swine nutrition. A review

Armando Quintero Moreno *
Nelson Huerta Leidenz **

* Facultad de Ciencias Veterinarias

** Facultad de Agronomía

Universidad del Zulia, Apartado 526

Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela

RESUMEN

El uso de probióticos en la nutrición de cerdos, es un aditivo natural que ha puesto al alcance del productor la biotecnología, con el fin de mejorar el equilibrio ecológico de la población microbiana existente en el tracto gastrointestinal. El presente artículo describe el efecto que tienen los organismos probióticos sobre la disminución del número de bacterias coliformes patógenas en el tracto gastrointestinal, debido al crecimiento competitivo que realizan con bacterias coliformes y a la producción de sustancias con propiedades bactericidas. El uso de probióticos en cerdos ha sido dirigido a mejorar los síntomas de estrés, actuando como un promotor natural del crecimiento, aumentando la producción y mejorando el estado general del animal. Las respuestas obtenidas con el uso de probióticos son altamente variables, reportando en la mayoría de los casos tendencias numéricas favorables. Sin embargo, una gran cantidad de resultados carecen de significancia estadística.

Palabras claves: Probióticos, cerdos, digestión, intestino.

ABSTRACT

The use of probiotics in the nutrition of pigs is a type of natural additives made by biotechnology industry with the purpose of improving the ecologic balance of microbes population in the gut. This review explains the effect of the probiotics on the suppression of pathogenic coliforms in the stomach and the intestine by competitive growth and bacteriocidal secretions of lactic acid bacteria. Research efforts centered around the application of probiotics in pig feeds have been directed as a

means of reducing the symptoms of stress, acting as a natural growth promoter, enhancing production, and improving the general health of the animal. The responses that have been obtained from the use of probiotics have been highly variable, but in the advantage the cases have satisfactory effects. However, most of the results were not statistically significant.

Key words: Probiotics, pigs, digestion, gut.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años una considerable atención ha sido dada al uso de probióticos. Mucho de este interés, ha sido generado por el incremento de la publicidad negativa sobre el uso de antibióticos como aditivos alimenticios para promover el crecimiento animal [8]. Los organismos probióticos están representados principalmente por bacterias ácido-lácticas y/o levaduras, siendo estas últimas más utilizadas en la nutrición de rumiantes. El esfuerzo de las investigaciones centradas alrededor de la aplicación de probióticos en los alimentos de cerdos, ha sido dirigido como una medida de reducir los síntomas de stress, actuando como un promotor natural del crecimiento y mejorando la salud general del animal [8, 60].

Esta revisión bibliográfica trata sobre el uso de probióticos, su modo de acción y las respuestas en producción obtenidas al añadirlo como aditivo de la ración alimenticia de cerdos, siendo una herramienta moderna con que el porcicultor cuenta actualmente para regular el equilibrio eubiótico del tracto gastrointestinal del cerdo.

LA FLORA ENTÉRICA Y LOS PROBIÓTICOS

El término probiótico fue utilizado por primera vez por Parker [41] y significa “para la vida o “en favor de la vida”. Esto contrasta con la muy conocida palabra “antibiótico”, que precisamente describe una acción en contra de la vida. En ambos casos se refiere a la vida microbiana [26].

Parker [41], definió el término probiótico como “organismos y sustancias que contribuyen al balance microbiano intestinal”. En una reciente revisión sobre el uso de probióticos, Fuller [16] consideró a los organismos probióticos como cultivos, células y metabolitos microbianos que contribuyen al equilibrio eubiótico del animal. Hoyos y Cruz [26], se refieren a productos en base a microorganismos vivos administrados oralmente a los animales. El efecto de manipulación de la microflora fue inicialmente apreciado por Metchnikoff [33] quien reportó los efectos benéficos de las bacterias productoras de ácido láctico en la prevención y tratamiento de desórdenes intestinales, ante los indicios de que el consumo de yogurt por campesinos búlgaros aumentaba su longevidad. No obstante, la asociación entre la longevidad y la ingestión de leche fermentada no ha sido probada [54], Goodenough y Kleyn [19] y Speck [56] han reportado valores terapéuticos que están relacionados el uso de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* y la prevención de trastornos gastrointestinales.

Los probióticos, para ser efectivos deben incrementar el número de organismos benéficos, sin causar enfermedad clínica alguna en el huésped y a la vez reducir el número o los efectos de los organismos causantes de enfermedad [11].

Kenworthy y Crabb [30], Smith y Jones [55], McAllister y col. [32] y Hedde y col. [22] han hecho estudios de la flora del tracto digestivo en cerdos jóvenes y han encontrado que las bacterias anaerobias son más numerosas que las aerobias, siendo la *Echerichia coli* y los *Streptococcus* sp. las predominantes.

Los organismos fundamentales encontrados en el estómago e intestino delgado del cerdo son de los géneros *Streptococcus* sp. y *Lactobacillus* sp. [1, 52 y 59]. El *Lactobacillus acidophilus* fue encontrado en un 12% del total de las bacterias halladas en el intestino de cerdos sanos, *Streptococcus faecium* en un 54% y menos del 1% de *Echerichia coli* [26]. McAllister y col. [32], observaron como las poblaciones de algunos grupos de bacterias se reducen después del destete, siendo este cambio más pronunciado en aerobios, tales como *Lactobacillus* sp. y *Bacteroides-clostridia* sp. En contraste, la *Echerichia coli* tiende a incrementarse. Según Hoyos y Cruz, [26], en los cerdos con diarrea, los niveles de *Echerichia coli* se elevan hasta un 14%, *Streptococcus faecium* disminuye hasta un 6% y *Lactobacillus acidophilus* no se puede detectar en la mayoría de los casos.

Desde los primeros trabajos de Metchnikoff [33], se han venido efectuando estudios en varias especies de bacterias,

dando como un hecho la habilidad de los *Lactobacillus* sp. de suprimir el crecimiento de bacterias coliformes en el tracto gastrointestinal. Al alimentar con células viables de *Lactobacillus acidophilus* a becerros muy jóvenes, se disminuyó la incidencia de diarrea [3], aumentó el número de *Lactobacillus* y se redujo la cuenta de bacterias coliformes en las heces [6]. Estos hallazgos contrastan con los encontrados por otros autores, quienes no han observado beneficios al alimentar animales con *Lactobacillus acidophilus* [12 y 21] o al suministrar cultivos de *Lactobacillus acidophilus* o *Lactobacillus lactis* [36].

En un detallado estudio microbiológico realizado por Muralidhara y col. [37], suministraron a lechones *Lactobacillus lactis* en la ración alimenticia, por espacio de 8 semanas después del nacimiento y los lechones presentaron en sus heces una disminución progresiva en la cuenta de bacterias coliformes.

El equilibrio homeostático (Eubiosis) entre los organismos benéficos (*Lactobacillus* sp. y *Streptococcus* sp.), y los organismos patógenos (*Echerichia coli*, *Salmonellas* sp, etc.), que normalmente colonizan el intestino de los mamíferos, es de primordial importancia para un buen estado de salud animal [26].

Kenworthy y Allen [31], concluyeron que la morfología de la mucosa intestinal depende, cuando menos en parte, de las interacciones bioquímicas entre las bacterias y la dieta, y que las alteraciones de los diferentes caminos metabólicos debido a la simbiosis o al antagonismo entre las diferentes especies bacterianas sobre varios sustratos, es de gran importancia.

Hoyos y Cruz [26], señalan que algunos de los factores que ayudan a romper este equilibrio microecológico en el lechón son: el destete, los cambios bruscos de temperatura, el reagrupamiento, la castración, las inyecciones, los cambios súbitos de alimento, el ayuno, la sobrepoblación, etc. Estos factores favorecen la proliferación de enteropatógenos y la generación del síndrome diarreico.

Según Hutcheson [27], para que una bacteria probiótica sea efectiva, es necesario que esta sea un habitante normal del intestino, que tenga un período corto de regeneración, que produzca sustancias antimicrobianas (Ej. ácido láctico) y resistan a los duros manejos de manufacturación de los alimentos balanceados.

MODO DE ACCIÓN DE LOS PROBIÓTICOS

Varios mecanismos han sido investigados para explicar cómo las bacterias productoras de ácido láctico podrían inhibir la colonización de bacterias coliformes en el intestino. En ellas se incluyen la adhesión a la pared del tracto digestivo (lo cual evita la colonización de patógenos), la neutralización de toxinas, la actividad bactericida, la prevención de síntesis de aminas y la mejora de la competencia inmune [17, 26, 39 y 42].

Un efecto importante del **probiótico** es que la mejora en la ganancia de peso vivo y la eficiencia de la conversión alimenticia se debe al aumento en la disponibilidad de aminoácidos y la mejor digestibilidad de las fuentes proteicas y energéticas, así como al aumento de la digestibilidad de la fibra, por vías fermentativas en el intestino grueso [9]. Cuando en el **probiótico** están presentes cultivos de levaduras (*Sacharomyces cerevisiae*), también se mejora la disponibilidad mineral [9 y 18].

EXCLUSIÓN COMPETITIVA

La fijación de la *Echerichia coli* a la pared del tracto intestinal es necesaria para la producción de enterotoxinas por parte de la bacteria y en casos de sobrepoblación, ocurren problemas de diarreas [28]. Las bacterias probióticas ácido lácticas compiten con los coliformes por los sitios de adherencia en la superficie intestinal [17, 26, 37, 39 y 42]. Su adhesión disminuye la proliferación de coliformes y reduce los movimientos peristálticos [54]. Muralidhara y col. [37], encontraron un gran número de bacterias productoras de ácido láctico fijadas en muestras recolectadas de tejido intestinal de lechones alimentados con *Lactobacillus lactis*; en cambio, el número de bacterias coliformes estaba disminuido, tanto en el grupo control como en los cerdos con diarrea.

Según Fuller y Brooker [13], la habilidad de la bacteria para adherirse a las células epiteliales escamosas, parece depender de la atracción entre un ácido mucopolisacárido que se forma en la pared más externa de la bacteria y una cobertura similar sobre las células epiteliales. La fibrina es comúnmente encontrada sobre la bacteria en adhesión y puede reforzar la fijación, aunque *in vitro* la adhesión puede ocurrir en ausencia de fibrina [15].

De acuerdo a lo reportado por Williams [63], la principal acción de los organismos probióticos es mantener el balance de la microflora entérica a favor de las especies no-patógenas, compitiendo con las bacterias patógenas por los sitios de adherencia a la pared del tracto gastrointestinal. Fuller y Cole [17], Pusztaí y col. [47] y Tannock y col. [58], demostraron que la adhesión de los organismos probióticos reducen la población de individuos dañinos, y disminuye los efectos adversos de sus toxinas, que de una u otra forma, influyen sobre las ganancias de peso y la eficiencia en la conversión alimenticia durante la etapa de crecimiento en cerdos. Williams [63], demostró que los componentes de adhesión de la bacteria a la pared del tracto intestinal están relacionados con la molécula de lectina, la cual reconoce a carbohidratos como la manosa para realizar la adhesión; así, la bacteria se une a la molécula de azúcar más que a la superficie intestinal y desde allí es incapaz de exhibir respuesta patógena.

Fuller [16], reportó que el rápido crecimiento de las bacterias en la digesta podría compensar, de alguna manera, la falta de adhesión a las células epiteliales. Especies como

Streptococcus faecium y *Echerichia coli* presentaron poca o ninguna habilidad para adherirse al tejido epitelial gástrico. Sin embargo, ellas han presentado una mayor tasa de multiplicación en la leche de la cerda al ser comparadas con las cepas de *Lactobacillus* que se adhirieron al tejido.

ACTIVIDAD BACTERICIDA

La producción de ácido láctico por parte de las bacterias probióticas reduce el pH del contenido estomacal. Estudios *in vitro* han demostrado que la condición ácida a un pH menor de 4,5 evita el crecimiento de muchas bacterias, incluyendo coliformes, y permite el crecimiento de algunas cepas de *Lactobacillus* [2 y 14]. White *et al.* [61], reportaron que la alimentación de lechones de 2 días de edad con leche artificial tratada con ácido láctico, disminuyó el pH del contenido estomacal, redujo el contenido de *Echerichia coli* hemolítica en el tracto intestinal y acortó la duración de la diarrea. Ratcliffe y col. [49], en otro experimento similar, observaron que el ácido láctico causaba una disminución de coliformes en todo el tracto gastrointestinal de los lechones.

Se piensa que la producción de ácido clorhídrico en el estómago tiene propiedades bactericidas contra ciertos organismos, en particular los coliformes. Sin embargo, Cranwell y col. [10] encontraron que los cerdos jóvenes no producen cantidades suficientes de ácido clorhídrico hasta las 3 o 4 semanas de edad. Por lo tanto, la inhibición del crecimiento de organismos coliformes en el estómago podría depender, en parte, de las condiciones ácidas producidas por las bacterias productoras de ácido láctico [54].

Algunos *Lactobacillus* sp. producen peróxido de hidrógeno, el cual presenta acción bactericida *in vitro* [51] o puede activar el sistema tiocianato-lactoperoxidasa (TP) [50]. Una cepa de *Lactobacillus lactis*, elegida por su habilidad de producir peróxido de hidrógeno, fue reportada al activar el sistema TP en el abomaso de becerros [51]. La eficacia del sistema TP fue demostrada al inocular becerros con *Lactobacillus lactis* y *Echerichia coli*. La supervivencia de las bacterias coliformes sólo ocurría al romperse el equilibrio del sistema TP con la adición de un agente reductor. En los actuales momentos, se desconoce si el sistema TP está presente en cerdos lactantes [54].

NEUTRALIZACIÓN DE ENTEROTOXINAS

Investigaciones con *Lactobacillus bulgaricus* en cerdos, demuestran que el organismo produce un metabolito que neutraliza el efecto de la liberación de enterotoxinas por parte de las bacterias coliformes [54]. En un ensayo realizado por Mitchell y Kenworthy [35], lechones suplementados con cultivos de *Lactobacillus bulgaricus* crecieron rápidamente y sufrieron menos diarreas en comparación con el grupo testigo. Los auto-

res señalaron que la bacteria probiótica inactivó la acción de la toxina producida por cultivos de *Echerichia coli*. Stuart y col. [57] y Schewab y col. [53] experimentaron con ratas y becerros, evidenciando la actividad antienterotóxica de los *Lactobacillus* sp. Extractos celulares libres de *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus acidophilus* han inhibido *in vitro* el crecimiento de *Echerichia coli* [25 y 35].

NEUTRALIZACIÓN DE SUSTANCIAS AMÍNICAS

Las bacterias coliformes y otros organismos presentes en el intestino del cerdo tienen la habilidad de descarboxilar aminoácidos, produciendo sustancias amínicas que tienen propiedades tóxicas [23] o tal vez, causen efectos farmacológicos subclínicos [54]; sin embargo, la toxicidad *in vivo* no ha sido demostrada. La producción elevada de aminas en el tracto intestinal de cerdos jóvenes ha sido observada después del destete, coincidiendo con la presencia de diarreas [24].

AUMENTO DE LA INMUNIDAD

Al destete, la inmunidad del lechón es baja y se expone a una gran cantidad de antígenos, como las bacterias patógenas y la proteína de la dieta; por lo tanto, es importante procurar aumentar las defensas a animales jóvenes en contra de las infecciones entéricas [40 y 46]. Observaciones recientes han demostrado la actividad de macrófagos y linfocitos en ratón, ya que al inocularles por vía oral o intraperitonealmente cultivos de *Lactobacillus* sp., les fueron comprobados la inmunopotenciación en el tracto intestinal [43]. La inmuoestimulación por microorganismos ha sido observada en lechones [54]. La inoculación oral de animales libres de *Lactobacillus acidophilus* eleva los niveles de proteína sérica total, con más proteína que albúmina e incrementa la cuenta total de células blancas [44].

Las evidencias que apoyan la versión de que el *Lactobacillus* sp. actúa como coadyuvante del sistema defensivo en el hospedador, no están bien establecidas; el *Lactobacillus* sp. podría ser importante en el desarrollo de la competencia inmune en cerdos jóvenes, particularmente durante el destete, cuando se debe adquirir la protección contra antígenos que causan reacciones inflamatorias [34].

LAS LEVADURAS Y SU MODO DE ACCIÓN

Hoyos y Cruz [26], reportan el modo de acción de las levaduras como organismos probióticos en monogástricos, mencionando que éstas sirven como fuentes de nutrientes indispensables, tales como: aminoácidos, vitaminas y oligoelementos. Además, optimizan el proceso de absorción de minerales, especialmente de zinc, potasio y cobre; actúan como amortiguadores del pH; propician una mayor anaerobiosis, lo que estimula el desarrollo de microorganismos anaeróbicos estrictos;

paralelamente, actúan como saborizantes naturales, lo cual incrementa el consumo de alimentos/animal.

RESPUESTAS AL USO DE PROBIÓTICOS

Las respuestas obtenidas con el uso de probióticos sobre el crecimiento en cerdos (TABLA I), han sido altamente variables [54 y 63]. Muchos ensayos han fallado al tratar de demostrar los efectos benéficos de organismos probióticos, a través del desbalance entre la bacteria probiótica y coliformes, el control de diarreas y/o enfermedades o el aumento en la eficiencia en conversión alimenticia y crecimiento animal [23, 29 y 44]. Sissons [54], consideró que esta inconsistencia puede ser debida a la falla en la interacción entre la bacteria probiótica y el sustrato de la dieta, o a la variabilidad de la tolerancia a la bilis. Guilland y col. [20], realizaron comparaciones para observar la habilidad de cepas de *Lactobacillus acidophilus* en cultivos con y sin líquido biliar y detectaron una considerable variación entre cepas. La adición de líquido biliar a medios de cultivo deprimió la rata de crecimiento, la cual varió ampliamente en todas las cepas evaluadas. Estudios (*in vivo*) de los mismos autores con dos cepas de *Lactobacillus acidophilus* indicaron que la tolerancia a la bilis fue relacionada con el mayor número de *Lactobacillus* sp. encontrado en el yeyuno de becerros. Basándose en revisiones de la literatura para observar la efectividad en el uso de probióticos, Fuller [16], propuso varias razones por las cuales los organismos probióticos podrían fallar en dar una respuesta satisfactoria. Estas incluyen la no adherencia al tejido epitelial gástrico o intestinal, la incapacidad de crecer en el medio ambiente intestinal y la carencia de especificidad por el huésped.

Pocos estudios han examinado la influencia de los constituyentes de la dieta sobre el crecimiento de organismos probióticos [54]. Según Brocket y Tannock [5], los ácidos grasos de cadena larga, particularmente los insaturados, tienen una actividad inhibitoria sobre el crecimiento de bacterias. En estudios de adhesión de *Lactobacillus* sp. al tejido epitelial no secretorio del estómago de ratón, se ha visto que al incrementar la cantidad de ácido palmítico y oleico, se disminuye el número de organismos adheridos. En experimentos con becerros a los cuales se les suministró leche con alta cantidad de grasa, no se han encontrado efectos en la cuenta de *Lactobacillus* sp. en la digesta colectada de diferentes regiones del tracto gastrointestinal; sin embargo, la adición de 32 nM de ácido propiónico a la leche ofrecida, disminuyó la cuenta de estos microorganismos. La razón de este efecto depresor es desconocida [54].

Pollman [45], al resumir los resultados de diferentes investigaciones realizadas con alimentos iniciadores y terminadores de cerdos, demostró una respuesta positiva sobre la ganancia diaria de peso (73% de los ensayos revisados) y la eficiencia en conversión alimenticia (90% de los ensayos revisados). También, de la revisión de Williams [63], de un total de 24 ensayos, se concluye que en la mayoría de los trabajos se

TABLA I
EFFECTO DE LOS PROBIÓTICOS SOBRE LA GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP) Y EFICIENCIA EN CONVERSIÓN ALIMENTICIA (ECA) EN CERDOS DE VARIAS EDADES

Estado de Crecimiento	Probiótico/tipo	Mejora en GDP	Mejora en ECA	Referencia
Iniciación	1	20.83*	31.0*	Canadell y col, 1986 [7]
	1	-18.74*	-20.0	Navas y col, 1995 [38]
	2	-29.40	-28.0	Navas y col, 1995 [38]
	2	4.90	-	Pollman, 1986 [45]
Crecimiento	1	6.16*	8.37*	Canadell y col, 1986 [7]
	1	6.42	0.87	Quintero y col, 1996 [48]
	2	-4.24	-6.34	Quintero y col, 1996 [48]
Crecimiento/Engorde	2	8.26	5.0	Bourne, 1991 [4]
	2	9.0	7.15	Gambos, 1991 [18]
Engorde	2	5.0	5.0	Cole, 1991 [9]
	2	-1.10	-	Pollman, 1986 [45]
	2	2.20	-2.28	Quintero y col, 1996 [48]
	1	5.74	-3.24	Quintero y col, 1996 [48]

1: Cultivo de *Streptococcus faecium*.

2: Cultivo de *Streptococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus* y *Sacharomyces cerevisiae*.

*P<.05: Se encontraron diferencias significativas en el ensayo.

observa una tendencia positiva en las variables de crecimiento con el uso de probióticos; sin embargo, muchos de los resultados no fueron estadísticamente significativos. La etapa en la cual el probiótico tiene mayor efecto es durante el período post-destete, cuando ayuda a recuperar el stress físico y emocional al que se somete el lechón durante esta fase [63].

Cole [9], encontró que con el uso de un probiótico comercial que contenía *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus faecium* y *Sacharomyces cerevisiae* se mejoró la ganancia de peso vivo y la eficiencia en la conversión alimenticia en un 5% al ser comparado con un antibiótico comercial. Resultados similares fueron encontrados por Gambos [18] en cerdos durante la etapa de crecimiento, atribuyéndole el éxito del probiótico a la mejora en un 7 por ciento en la digestibilidad de la proteína que contenían los cereales.

Pesos finales de 89,56 vs 93,92 kg y ganancias diarias de peso de 1000 vs 1090 g fueron reportados por Bourne [4], al comparar un Antibiótico (Avotan) con un probiótico comercial (*S. faecium*, *L. acidophilus* y *S. cerevisiae*); además, la conversión alimenticia fue mejorada en un 4.9% en el grupo alimentado con el probiótico, sin observar diferencias significativa en cuanto al consumo voluntario del alimento. Canadell y col. [7] encontraron ganancias diarias de peso significativamente superiores en cerdos suplementados con cultivos de bacterias (*Streptococcus faecium*), cuando fueron comparados con grupos suplementados con una asociación de antibióticos (clortetraciclina-penicilina) y sulfas (Sulfadimetilpirimidina).

Navas y col. [38], evaluando cerdos en la fase post-destete encontraron mayor ganancia diaria de peso y mejor eficiencia en conversión alimenticia en el grupo testigo (489 g. y 2.70) que en los animales tratados con probióticos (349 g. y 3.35). En otro ensayo, Quintero y col. [48], evaluaron el crecimiento y engorde de cerdos, y no hallaron ninguna diferencia de peso vivo y ganancia diaria de peso atribuible a los probióticos. De la misma forma, estos tampoco afectaron las mediciones realizadas al sacrificio, tales como: el peso a la matanza, peso de la canal fría, longitud de la canal, espesor de grasa dorsal, área del músculo *Longissimus dorsi* y grado de desarrollo muscular. En el desposte al estilo americano tampoco encontraron efecto de los probióticos.

En un trabajo realizado por Wiktora y col. [62] en el cual se evaluó el uso de un probiótico comercial con células bacterianas de *Streptococcus faecium* añadidos a dos preparados (Lactifer® y Mikroferm® sobre el rendimiento en canal de cerdos sacrificados a los 100 kg de peso vivo, se encontró una mejoría en el rendimiento en canal, con una proporción de grasa de cobertura de 11.5, 10.9 y 9.7% con Lactifer®, Mikroferm® y controles respectivamente. Además se observó que la proporción de tejido muscular no fue afectada por los tratamientos. Bourne [4], tampoco encontró efecto alguno de los probióticos sobre las características de la canal de los cerdos.

CONCLUSIONES

La literatura revisada muestra evidencias que los resultados obtenidos con el uso de probióticos han sido altamente variables. Muchos investigadores reportan mejores resultados en los cerdos recién destetados y/o animales jóvenes en general, para contrarrestar los desordenes gastrointestinales tan comunes en esa etapa de la vida del animal. Sin embargo, algunos trabajos realizados en el trópico seco (Venezuela) evidencian resultados desfavorables en esta etapa del crecimiento del cerdo.

A pesar de las evidencias existentes sobre el mecanismo de acción y beneficios de los organismos probióticos, se necesita mayor información que clarifique el mecanismo de acción en el tracto gastrointestinal del hospedador, ya que, como se dijo con anterioridad, hay muchos reportes donde no se ha evidenciado respuesta significativa y en menor frecuencia se han encontrado efectos negativos.

AGRADECIMIENTO

Especial agradecimiento al CONDES por su aporte financiero a proyectos donde se investigó el efecto de los probióticos sobre diferentes parámetros de crecimiento y características de la canal de cerdos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BARROW, P.A.; Fuller, R. and Newport, M.J. Changes in the microflora and physiology of the anterior intestinal tract of pigs weaned at 2 days with special reference to the pathogenesis of diarrhoea. *Inf. Immun.* 18:586. 1977.
- [2] BARROW, P.A.; Brooker, B.E.; Fuller, R. and Newport, M.J. The attachment of bacteria to the gastric epithelium of the pig and its importance in the microecology of the intestine. *J. Appl. Bact.* 48:147. 1980.
- [3] BECHMAN, T.J.; Chambers, J.V. and Cunningham, M.D. Influence of *Lactobacillus acidophilus* on performance of young dairy calves. *J. Dairy Sci.* 60:74. abs. 1977.
- [4] BOURNE, S. Lacto-Sacc vs Avotan: Comparative Effects on Growing pigs. *Newsman Hybrid Pig*, Great Britain. *Biotechnology in the feed Industry. Proceeding of ALLTECH'S. Seventh Annual Symposium.* Edit by T.P Lyons. Nicholasville, Kentucky 40356. p. 395. 1991.
- [5] BROCKET, M. and Tannock, G.W. Dietary components influence tissue-associated *Lactobacilli* in the mouse stomach. *Can. J. Microbiol.* 27:452. 1981.
- [6] BRUCE, B.B.; Guillard, S.E.; Bush, L.J. and Staley, T.E. Influence of feeding cells of *Lactobacillus acidophilus* on the fecal flora of young dairy calves. *Oklahoma Anim. Sci. Res.* 10: 207. 1979.
- [7] CANADELL, J.; Cacurri, R.; Mata, C. y Garcia, I.A. Informe preliminar sobre el uso de un probiótico (*Streptococcus faecium* Cornelle 68) en raciones de cerdos en iniciación y crecimiento. III Congreso Nacional SOVVEC (Sociedad Venezolana de Veterinarios Especialistas en Cerdos). *Memorias.* p. 56. 1989.
- [8] CHAPMAN, J.D. Probiotics, Acidifiers and Yeast culture: A place for natural additives in pig and poultry production. *Biotechnology in the feed Industry. Proceeding of ALLTECH'S. Seventh Annual Symposium.* Edit by T.P Lyons. Nicholasville, Kentucky 40356. p. 62-77. 1991.
- [9] COLE, D.J. Suplementación de probióticos en dietas para animales. *Jornadas Técnicas de Biotecnología en la Industria de Alimentos. ALLTECH.* Caracas-Venezuela. 15 pp. 1991.
- [10] CRANWELL, P.D., Noakes; D.E. and Hill, K.J. Gastric secretion and Fermentation in the suckling pig. *Br. J. Nutr.* 36:71-86. 1976.
- [11] CRAWFORD, J.S. Probiotics in Animal nutrition. *Proceedings of Arkansas Nutrition Conference.* Hot Springs, Ak. Sept. 28:44. 1979.
- [12] ELLINGER, D.K.; Muller, L.D. and Gantz. P.J. Influence of feeding fermented colostrum and *Lactobacillus acidophilus* on fecal flora and selected blood parameters of young dairy calves. *J. Dairy Sci.* 61:126. abs. 1978.
- [13] FULLER, R. and Brooker, B.E. *Lactobacilli* which attach to the crop epithelium of the fowl. *Amer. J. Clin. Nutr.* 27:1305. 1974.
- [14] FULLER, R. The importance of *Lactobacilli* in maintaining normal microbial balance in the crop. *Br. Poultry Sci.* 18:85. 1977.
- [15] FULLER, R. and Brooker. B.E. The attachment of bacteria to the squamous epithelial cells and its importance in the microecology of the small intestine. In: *Microbial adhesion to surfaces*, ed Berkley, R. C. W. Ellis Horwood, Chichester, 495 pp. 1980.
- [16] FULLER, R. Probiotics. *J. Appl. Bact.* 61:15-32. 1986.
- [17] FULLER, R. and Cole, C.B. The Scientific Basis of the Probiotics Concept. In: B. Starkand J. Wilkinson (Eds). *Probiotics. Theory and Aplications.* Chalcome Publications, p. 1-14. 1989.
- [18] GAMBOS, S. Lacto-sacc supplementation of diets fed growing pigs: Effects on performance and ileal digestibility of protein in various protein and energy sources. *Biotechnology in the feed Industry. Proceeding of ALLTECH'S. Seventh Annual Symposium.* Edit by T.P Lyons. Nicholasville, Kentucky 40356. p. 391-393. 1991.

- [19] GOODENOUGH 1, E. R. and Kleyn, D. H. Influence of viable yoghurt microflora on digestion of lactose by the rat. *J. Dairy Sci.* 59:601-608. 1976.
- [20] GUILLAND, S.; Staley, T. and Bush, L. Importance of bile tolerance of *Lactobacillus acidophilus* used as a dietary adjunct. *J. Dairy. Sci.* 67:3045-3051. 1984.
- [21] HATCH, R.C.; Thomas, R.O. and Thayne, W.V. Effect of adding *Bacillus acidophilus* to milk fed to baby calves. *J. Dairy Sci.* 56:682. abs. 1973.
- [22] HEDDE, R.D.; Ermilio, K.J.; Quach, R.; Lindsey, T.O. and Parish, R.C. The intestinal flora in young pigs. *Feedstuffs.* December. 13:24. 1982.
- [23] HILL, I.R.; Kenworthy, R. and Porter, P. The effect of dietary *Lactobacilli* on in-vitro catabolic activities of the small intestinal microflora of newly weaned pigs. *J. Med. Microbiol.* 3:593. 1970a.
- [24] HILL, I.R.; Kenworthy, R. and Porter, P. Studies of the effect of dietary *Lactobacilli* on intestinal and urinary amines in pigs in relation to weaning and post weaning diarrhoea. *Res. Vet. Sci.* 11:320. 1970b.
- [25] HOSONO, A. and Tokita, F. Inhibitory effect of cells free extracts from lactic acid bacteria on growth of *Escherichia coli*. *Japan J. Zootech. Sci.* 48:250. 1977.
- [26] HOYOS, G. y Cruz, C. Mecanismos de acción propuestos de los probióticos en cerdos. En: *Bioteología en la industria de alimentación animal.* Apligén, S. A. de C. V., México:73. 1990.
- [27] HUTCHESON, D. Researcher lists characteristics of probiotics. *Feedstuffs*, December P. 14, 1987.
- [28] JONES, G.W. and Rutter, J.M. Role of K88 antigen in the pathogenesis of neonatal diarrhoea caused by *Escherichia coli* in piglets. *Infect. Immun.* 6:918. 1972.
- [29] JONSSON, E. Olsson, I. The effect on performance, health and faecal microflora of feeding *Lactobacillus* strain to neonatal calves. *Swedish J. Agri. Res.* 15:71. 1985.
- [30] KENWORTHY, R. and Crabb, W.E. The intestinal flora of young pig, with reference to early weaning, *Escherichia coli* and scours. *J. Comp. Path.* 73: 215-226. 1963.
- [31] KENWORTHY, R. and Allen, W.E. Influence of the diet and bacteria on small intestinal morphology, with special reference to early weaning and *Escherichia coli*. *J. Comp. Path.* 76:291. 1966.
- [32] McALLISTER, J.S.; Kurtz, H.J. and Short, E.C. Changes in the intestinal flora of young pig with postweaning diarrhoea or edema disease. *J. Anim. Sci.* 49:868-879. 1979.
- [33] METCHNIKOFF, E. *Prolongation of life.* Putnam and Sons (Eds). New York. 54 pp. 1907.
- [34] MILLER, B.G.; Phillips, A.; Newby, T.J.; Stokes, C.R. and Bourne, F.J. A transient hypersensitivity to dietary antigens in the early weaned pig: a factor in the etiology of post weaning diarrhoea. *Proc. In: III Seminar on Digestive Physiology of the Pig, Copenhagen, May. Nat. Inst. Ani. Sci., Denmark, pp 65. 1985.*
- [35] MITCHELL, I.G. and Kenworthy, R. Investigations on a metabolite from *Lactobacillus bulgaricus*, which neutralizes the effect of enterotoxin from *Echerichia coli* pathogenic for pigs. *J. Appl. Bact.* 41:163. 1976.
- [36] MORRILL, J.L.; Dayton, A.D. and Mickelsen, R. Cultured milks and antibiotics for young calves. *J. Dairy Sci.* 60:1105-1109. 1977.
- [37] MURALIDHARA, K.S.; Sheggeby, G.G.; Elliker, P.R.; England, D.C. and Sadine, W.E. Effect of feeding *Lactobacilli* on the coliform and *Lactobacillus* flora of intestinal tissue and feces from piglets. *J. Food Prot.* 40:288. 1977.
- [38] NAVAS, Y.; Quintero-Moreno, A.; Ventura, M.; Casanova, A. Páez, A. y Romero, S. Uso de probióticos en la alimentación de cerdos en la fase postdestete. *Revista Científica, FCV-LUZ.* Vol. V, N°3, 147-159. 1995.
- [39] NEMESKERY, T. Probiotics for young animals. *Feed Int.* Dec, P. 46. 1983.
- [40] NEWBY, T.J.; Miller, B.; Stokes, C.R; Hampson, D. and Bourne, F.J. Local hypersensitivity response to dietary antigens in early weaned pigs. In: eds Haresing. W and Cole, D. J. A. Butterworths. *Recent Advances in Animal Nutrition.* London. pp 49. 1984.
- [41] PARKER, D.S. Probiotics, the other half of antibiotic story. *Anim. Nutr. Health.* 29:4. 1974.
- [42] PARTRIDGE, I.G. Growth Promoters in Animal Production: Status and prospects. IN: Farrel, D.J. Ed. *Recent advances in Animal Production in Australia.* University of New England, Armidale, Australia. pp 229-238. 1991.
- [43] PERDIGON, G.; Nader de Marcias, M.F.; Alvares, S.; Medici, M.; Oliver, G. and Pesce de Ruiz Holgado, A. Effect of a mixture of *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus acidophilus* administered orally on the immune system in mice. *J. Food Prot.* 49:986. 1986.
- [44] POLLMAN, D.S.; Danielson, D.M; Wren, W.E; Peo, E.R. and Shahani, K.M. Influence of *Lactobacillus acidophilus* inoculum on gnotobiotic and conventional pigs. *J. Anim. Sci.* 51:629-637. 1980.
- [45] POLLMAN, D.C. Probiotics in pig diets. In: *Recent Advances in Animal Nutrition.* (Haresing W. and D.J.A. Cole, D.J.A.) Butterworths, London. pp. 193-205. 1986.
- [46] PORTER, P.; Parry, S.H. and Allen, W.E. Significance of immune mechanisms in relation to enteric infections of

- the gastrointestinal tracts in animals. In: Elsevier (Eds). Immunology of the Gut. pp 55. 1977.
- [47] PUSZTAI, A.; Grant, G; King, T.P. and Clarke, E.M. Chemical Probiosis. In: W. Haresing and D. J. A. Cole (Eds). Recent Advances in Animal Nutrition. Butterworths, London. p. 47. 1990.
- [48] QUINTERO-MORENO, A.; Huerta, N.; Parra de Solano, N.; Rincón, E. y Aranguren, J. Efecto de los probióticos y sexo sobre el crecimiento y características de la canal de cerdos. Revista Científica, FCV-LUZ. Vol. VI, N°1, 5-12. 1996.
- [49] RATCLIFFE, B.; Cole, C.B; Fuller, R. and Newport, M.J. The effect of yoghurt and milk fermented with strain of *Lactobacillus reuteri* 1 on the performance and gastrointestinal flora of pigs weaned at two days of age. Food Microbiol. 3:203-209. 1986.
- [50] REITER, B. Antimicrobial systems in milk. J. Dairy Res. 45: 131. 1978.
- [51] REITER, B.; Marshall, V.M. and Phillips, S.M. The antibiotic activity of the lactoperoxidase-thiocyanate-hydrogen peroxide system in the calf abomasum. Res. Vet. Sci. 28:116. 1980.
- [52] SALINITRO, J.I.; Blake, I.G. and Muirhead, P.A. Isolation and identification on fecal bacteria from adult swine. Appl. Environ. Micro. 33(1):79. 1977.
- [53] SCHEWAB, C.G.; Moore, J.J.; Hoyt, P.M. and Prentice, J.L. Performance and fecal flora of calves feed nonviable *Lactobacillus bulgaricus* fermentation product. J. Dairy Sci. 63:1412-1423. 1980.
- [54] SISSONS, J.W. Potential of Probiotic organisms to prevent diarrhoea and promote digestion in farm animals. A review. J. Sci. Food and Agric. 49:1-13. 1989.
- [55] SMITH, H.W. and Jones, J.E. Observations on the alimentary track and its bacterial in healthy and diseased pigs. J. Path. Bact. 86:347. 1963.
- [56] SPECK, M.L. Heated yogurt-is it still yogurt?. J. Food. Prot. 40: 863. 1977.
- [57] STUART, R.L.; Surprise, H.C. and Davis, L.W. Response of growing rats to diets supplemented with aliquidnon-viable, *Lactobacillus* fermentation product. J. Ani. Sci. 47:322.(Abstr.). 1978.
- [58] TANNOCK, G.W; Fuller, R. and Pederson, K. Applied and Environmental Microbiology. In: P.E. Williams (Eds). New Development in Nutrition for Growth Enhancement. Pig Vet. J. 27:75-91. 1990.
- [59] VERVAEKE, I.J.; Decuyper, J.A; Dierick, N.A. and Henderickx, H.K. Quantitative *in vitro* evaluation of the energy metabolism influenced by virginiamycin and spiramycin used as growth promoters in pig nutrition. J. Anim. Sci. 49(3):846-856. 1979.
- [60] WALTON, J. Modo de acción de los Promotores del Crecimiento. Industria Porcina; Marzo-Abril. PP. 1989.
- [61] WHITE, F.; Wenham, G; Sharman, G.A.M.; Jones, A.J.; Rattray, E.A.S. and McDonald, I. Stomach function in relation to a scour syndrome in the piglet. Br. J. Nutr. 23:847-853. 1969.
- [62] WIKTORA, J.; Komenda, V.; Dvorak, Z.; Prokop, V. and Kumprencht, I. Effect of Probiotics administration during growth of pigs on their body composition. Zivocisna-Vyroba. 34: 3, 227-236; 11 ref. (CAB Abstracts 1990-1991). 1989.
- [63] WILLIAMS, P.E.V. New Development in nutrition for growth enhancement. Pig Vet. J. 27:75-91. 1991.