

¿QUÉ SE HA HECHO PARA INFLUENCIAR LA SALUD Y EL AMBIENTE INTESTINAL?

Chad R. Risley¹

¹*Lucta USA Inc., 1829 Stanley Street, Northbrook, IL 60062, U.S.A.*
Chad.Risley@Lucta.net

Resumen

La salud y el ambiente del intestino son dos aspectos críticos para lograr el rendimiento óptimo del ganado. Tradicionalmente los antibióticos han sido el método de elección para mejorar la salud y el ambiente del intestino de los animales y, con ello, su rendimiento. Actualmente los ganaderos están reevaluando el uso de los antibióticos debido a la creciente preocupación que causan los patógenos resistentes a los antibióticos, la mayor vigilancia de las autoridades la industria de los alimentos balanceados y a la disponibilidad cada vez mayor de alternativas ante los antibióticos. Son muchas las opciones para modificar el ambiente intestinal y mejorar el rendimiento de los animales sin usar aditivos antibióticos en el alimento. Estas opciones incluyen el cambio de las estrategias de manejo como bioseguridad, limpieza y desinfección, control de la movilización de animales y personas, optimización del manejo de vacunas y la implementación de programas de educación continua. Además de cambiar las prácticas de manejo, también ha resultado efectiva la modificación de los programas nutricionales. En este trabajo haremos referencia a diversas alternativas ante el uso de los aditivos alimenticios antibióticos que están disponibles actualmente para la industria pecuaria. Hablaremos específicamente de los modos de acción propuestos y del rendimiento y los beneficios económicos de los acidificantes, los prebióticos, algunos ingredientes novedosos y los productos microbianos para administración directa en el alimento (prebióticos).

Palabras Clave: antibióticos, probióticos, ácidos, prebióticos.

Antibióticos

Los antibióticos son sustancias producidas naturalmente por microorganismos que, a concentraciones adecuadas, inhiben o matan a las bacterias. Además de los antibióticos producidos naturalmente, se han desarrollado compuestos quimiobióticos sintetizados químicamente que, junto con los antibióticos, se conocen como agentes antimicrobianos. Después de su descubrimiento en la década de 1920, los antibióticos se utilizaban a dosis terapéuticas para combatir las enfermedades causadas por bacterias. Durante la década de 1940 los científicos descubrieron que los pollos crecían mejor cuando se les administraban en el alimento niveles subterapéuticos de antibióticos, en comparación con los pollos que no recibían este tipo de tratamiento, incluso en ausencia de una enfermedad evidente (Moore, *et al.*, 1946). La investigación realizada después en diversas especies confirmó que los animales sanos crecían más rápido y con más eficiencia cuando se les

administraba en la dieta un nivel relativamente bajo de antibióticos (Hays, 1981). Los esfuerzos continuos de investigación demostraron que la magnitud del efecto de los antibióticos estaba influenciada por una variedad de factores incluyendo la edad, el ambiente, el estrés, la calidad de la dieta y lo adecuado de los nutrimentos (Cromwell, 2001) (Cuadro 1).

Debido a su capacidad de mejorar el rendimiento, los agentes antimicrobianos pueden disminuir el costo de producción y, debido a que el *FDA-CVM* aprobó estos compuestos como aditivos alimenticios, se ha popularizado muchísimo su uso en las dietas para las especies domésticas. El *NAHMS* (2000) reportó que los antimicrobianos, además del tratamiento de enfermedades, se utilizan actualmente en el 83% de los alimentos iniciadores para lechones y en el 73% de los alimentos para cerdos en crecimiento. Además, aproximadamente el 61% de los hatos de cerdas de vientre de EE.UU. utiliza antibióticos en el alimento para tratar o prevenir enfermedades.

Cuadro 1. Eficacia de los antibióticos como promotores del crecimiento en cerdos (Cromwell, 2001).

Etapa	Testigos	Antibiótico	Mejoramiento, %
Iniciación (7-25 kg)			
Ganancia diaria (Kg)	0.39	0.45	16.4
Conversión alimenticia	2.28	2.13	6.9
Crecimiento (17-49 Kg)			
Ganancia diaria (Kg)	0.59	0.66	10.6
Conversión alimenticia	2.91	2.78	4.5
Crecim. Finalización (24-89 Kg)			
Ganancia diaria (Kg)	0.69	0.72	4.2
Conversión alimenticia	3.30	3.23	2.2

Se han emitido muchas teorías sobre la manera como los antibióticos mejoran el rendimiento animal, pero son 3 las que prevalecen, a saber: 1) Efecto de ahorro de nutrientes, 2) Control de enfermedades subclínicas 3) Teoría del efecto metabólico (Hays, 1991). El efecto de ahorro de nutrimentos es el resultado de un cambio en la población de bacterias intestinales, resultado de una mayor disponibilidad y utilización de nutrientes por el animal (Hays, 1969). Esta teoría también incluye la disminución del número total de bacterias, conducente a una menor competencia por los limitados nutrientes y esto permite que haya más nutrientes disponibles para el animal y adelgaza el epitelio intestinal, mejorando la absorción de los nutrientes (Visek, 1978). El control de las enfermedades clínicas se basa en el hecho de que los antimicrobianos disminuyen o matan a las

bacterias y en que los animales que no están sanos no crecen tan bien como los que sí lo están (Stahly, 1996). La teoría del efecto metabólico consiste en que los antimicrobianos causan cambios en la población de gérmenes en el tracto intestinal y esto conduce a una modificación de los factores del crecimiento y las hormonas producidas por el animal huésped, por ejemplo, con una mayor acumulación de proteína en los tejidos (Moser *et al.*, 1980).

Desgraciadamente, todo lo bueno conlleva algún aspecto negativo. Se está revisando el uso de los antibióticos debido a preocupaciones en el sentido de que se puede transferir al humano la resistencia a los antibióticos de las bacterias que afectan a los animales productores de alimentos para el hombre (Swann 1969, NRC 1999, CAST 1981). Por lo tanto, la industria pecuaria ha adoptado políticas que describen el uso prudente de los antibióticos, y continúa adoptándolas (Sunberg, 2003; Szkotnicki, 2003) y está investigando activamente alternativas distintas al uso de antibióticos para promover el crecimiento de los animales.

Manejo

La primera opción para que los ganaderos logren los efectos benéficos de los antibióticos promotores del crecimiento sin usarlos, es mejorar el manejo y el estado de salud de los animales. Como ya indicamos, los antibióticos, al igual que la mayoría de los aditivos alimenticios, generalmente trabajan bien en ambientes inferiores al ideal. El trabajo realizado por la Universidad Estatal de Iowa demostró que los animales sanos pueden tener un mejor rendimiento que los desafiados o enfermos (Stahly, 1996). Cualquier cosa que el productor pueda hacer para mejorar el ambiente y el estado de salud del hato incrementará grandemente el rendimiento y disminuirá la necesidad de usar antibióticos u otros aditivos alimenticios.

Los factores básicos de manejo a considerar son la nutrición y la salud adecuadas, incluyendo agua limpia, aire y ventilación de buena calidad, espacio y ambiente correctos por animal, y los conocimientos del encargado de cuidarlos (*Agriculture and Agri-Foods Canada*, 1993). Otras prácticas a considerar son la implementación de técnicas todo dentro-todo fuera, los nuevos sistemas de producción como el uso de corrales destete-mercado, mayor atención a los pesos al destete y uso de animales mejorados genéticamente. La práctica de incrementar la limpieza, la desinfección y la bioseguridad controlando el flujo de personas y animales, también limitará la posible transmisión de patógenos dentro de las instalaciones y esto incrementará la salud de los animales. Además, el manejo correcto de las vacunas puede mejorar la capacidad de los cerdos de defenderse contra las enfermedades y cuando se aplica al hato reproductor puede incrementar el rendimiento de los animales al destete a través de una óptima inmunidad pasiva vía el calostro (Doyle, 2002; Lawrence y Hahn, 2001). El animal mismo es la fuente principal de bacterias, por lo que cualquier práctica de manejo que reduzca la carga total de bacterias y otros patógenos, a la larga mejorará la población de bacterias en el animal.

Sin aditivos alimenticios, la manipulación de la dieta también puede ser una manera efectiva de mejorar el rendimiento, supuestamente debido a una mejor salud. Europa ha sido líder en esta área de la investigación debido a la prohibición de los antibióticos

promotores del crecimiento y ha demostrado que la restricción alimenticia, el uso de dietas bajas en proteína y los alimentos fermentados pueden ser maneras apropiadas de reducir los problemas asociados con la prohibición de los antibióticos, especialmente en los lechones al destete (Kjeldsen, 2002).

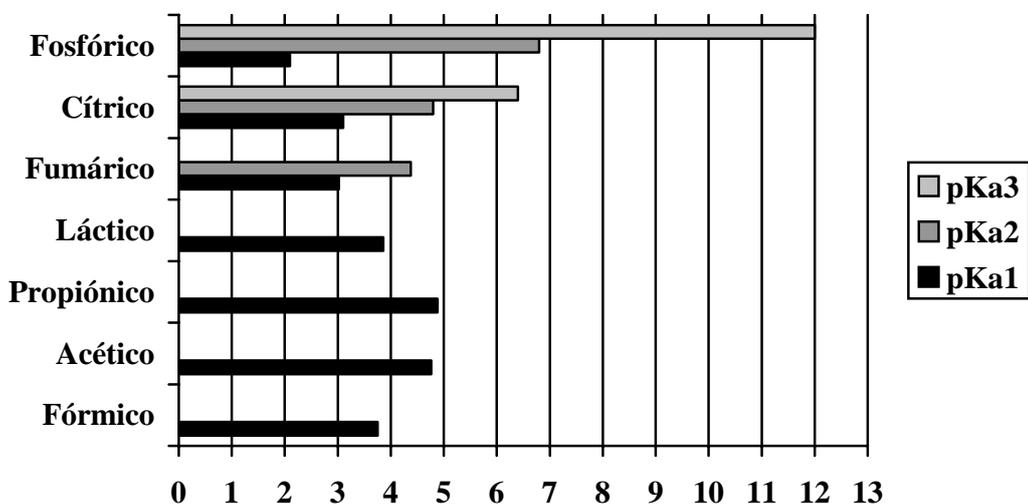
Ácidos Orgánicos

Se ha demostrado que los ácidos orgánicos mejoran el desempeño de los animales, especialmente durante períodos de estrés, como ocurre al destete (Partanen, 2001; Ravindran y Kornegay; 1993 y Roth, *et al.*, 1998). Los ácidos y las sales de los ácidos fórmico, láctico, sórbico, fumárico y cítrico, han sido los de primera opción con base en la teoría de que mejoran el rendimiento de los animales al reducir el pH intestinal y esto incrementa la digestión de las proteínas y la absorción de los minerales, además de inhibir a las bacterias patógenas.

Algunas de las primeras pruebas sobre la administración de ácidos orgánicos en el alimento se presentaron en la década de 1960 cuando se incluyó ácido láctico en la dieta de los lechones al destete (Burnett y Hanna, 1963). Se seleccionó al ácido láctico debido al hecho de que es formado por la fermentación bacteriana de la lactosa en el estómago, y se le considera importante para la activación de las enzimas proteolíticas y para reducir la activación de *Escherichia coli* en los lechones. Desde la realización de estas pruebas pioneras, se han realizado numerosas investigaciones para estudiar el efecto de los ácidos orgánicos en la dieta de los cerdos al destete y durante la engorda (Partanen, 2001; Ravindran y Kornegay, 1993; Walsh *et al.*, 2004d), así como su efecto sobre el crecimiento en general (Giesting *et al.*, 2004; Mroz, 2003; Walsh *et al.*, 2004c). Otras investigaciones se han enfocado hacia el efecto de varios acidificantes sobre la microflora intestinal (Canibe, *et al.*, 2001; Palacios *et al.*, 2004; Walsh *et al.*, 2004a; Walsh *et al.*, 2004b). Las investigaciones realizadas por Roth y Kirchegeessner (1997) demostraron que la adición de ácido fórmico reduce el número de microorganismos de la especie *E. coli* en el intestino delgado cuando menos en 1 log₁₀ y la población de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* cuando menos en 1 log₁₀. No se observó efecto alguno en el ciego ni en el colon. Estos hallazgos son contrarios e los encontrados por Risley *et al.* (1992) en sus investigaciones, quienes no observaron cambios en las poblaciones bacterianas del intestino cuando administraron dietas tratadas con los ácidos fumárico o cítrico a los lechones al destete.

La actividad antibacteriana de los ácidos orgánicos se basa en la depresión del pH y en la capacidad del ácido de disociarse, lo cual está determinado por el valor de pKa del ácido. Los ácidos orgánicos no disociados son lipofílicos y, por lo tanto, se pueden difundir a través de la membrana celular y penetrar a la célula. Mientras más bajo sea el pH extracelular, mayor será la cantidad de ácido no disociado que ingrese a la célula. Una vez dentro de la célula, el ambiente más alcalino (neutro) hará que el ácido se disocie y esto destruye la función celular al interferir con la bomba de protones (Cherrington, *et al.*, 1991). En general, el pKa de los ácidos orgánicos es de 3 a 5 y, por lo tanto, trabajan más eficientemente en el estómago y se disocian más al avanzar hacia la parte posterior del tracto intestinal (Thompson y Hinton, 1997).

Figura 1. pKa de varios ácidos orgánicos (adaptado de Mroz, 2003).



La capacidad mortífera de un ácido orgánico depende, al igual que ocurre con los desinfectantes del microorganismo a atacar, del tiempo de exposición, de la concentración y del tipo de ácido. Las bacterias Gram negativas son más sensibles a los ácidos pues tienen una longitud de menos de 8 carbonos, en comparación con las bacterias que tienen cadenas más largas. Las bacterias Gram positivas en general son más resistentes al pH ácido.

Cuadro 2. Eficacia de los acidificantes como promotores del crecimiento en cerdos, con base en el metaanálisis de los datos publicados (Partanen, 2001).

	Ácido fórmico	Ácido Fumárico	Ácido Cítrico	K-diformato
Experimentos, N	6	18	9	3
Observaciones	10	27	19	13
Niveles de ácido, %	0.3-1.8	0.5-2.5	0.5-2.5	0.4-2.4
Cons. Alim. (lb/d)				
Testigo	1.47±0.2	1.35±0.33	1.18±0.61	1.68±0.02
Tratamiento	1.56±0.16	1.35±0.33	1.16±0.66	1.81±0.08
Ganancia, (lb/d)				
Testigo	0.85±0.14	0.79±0.22	0.84±0.27	1.05±0.01
Tratamiento	0.94±0.14	0.82±0.22	0.87±0.28	1.18±0.06
Conversión Alim				
Testigo	1.64±0.13	1.59±0.16	1.67±0.25	1.60±0.02
Tratamiento	1.60±0.14	1.55±0.14	1.60±0.24	1.54±0.04

Prebióticos

Los prebióticos son carbohidratos indigeribles que pueden mejorar el rendimiento de los animales, pues son fuentes de nutrimentos fácilmente disponibles para las bacterias intestinales, que pueden proporcionar nutrimentos al animal huésped y, más importante aún, estimular el crecimiento de bacterias benéficas en el intestino como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (Cuadro 3). Existen disponibles muchos probióticos, pero los siguientes son los más comunes: oligofruktosa, fructooligosacáridos (FOS), inulina, achicoria y lactulosa (Doyle, 2002; Patterson y Burkholder, 2003). Además, debido a su capacidad de ser utilizados preferentemente por las bacterias benéficas, también se usan los prebióticos junto con probióticos (productos microbianos para administración directa en el alimento), mediante una práctica conocida como administración de simbióticos (Patterson y Burkholder, 2003).

Cuadro 3. Efecto de los prebióticos sobre el crecimiento de poblaciones de microflora en el íleon de lechones al destete (adaptado de Mathew *et al.*, 1997).

	Testigo	Prebiótico	SEM
Cons. de Alim, (Kd/d)	0.79	0.90	0.06
Ganancia, (Kg/d)	0.33	0.37	0.14
Conversión Alim.	0.41	0.41	0.03
<i>Lactobacillus</i> (Log ₁₀ /g)	8.57	8.81	0.52
<i>Streptococcus</i> (Log ₁₀ /g)	9.73	8.69	0.40
<i>E. coli</i> (Log ₁₀ /g)	7.70	6.15	0.62

SEM = Error estándar de la media.

Se han realizado muchas investigaciones acerca del efecto de los prebióticos sobre el rendimiento y la salud y la población microbiana del ganado. La mayoría de estos estudios ha indicado que los prebióticos pueden modificar la población intestinal incrementando el número de bacterias benéficas (Kerley y Allee, 2001; Smiricky-Tjardes *et al.*, 2003) o disminuyendo la población de bacterias potencialmente patógenas (Letellier *et al.*, 1999; Naughton *et al.*, 2001). Su efecto sobre el rendimiento de los animales ha presentado variaciones (Turner *et al.*, 2001).

Ingredientes Novedosos (Nutracéuticos)

Los ingredientes novedosos, que es el término que actualmente prefieren las agencias gubernamentales en Estados Unidos, pueden ser yerbas, especias, extractos de plantas, productos botánicos, o aceites esenciales, que tradicionalmente se han conocido como nutracéuticos (Wang *et al.*, 1998). Estos compuestos se han utilizado durante siglos por sus propiedades medicinales para curar prácticamente todas las enfermedades (Cuadro 4). El principal modo de acción de estos ingredientes novedosos radica en sus propiedades antioxidantes y en sus efectos antivirales y antibacterianos (Cuadro 6) (Kamel, 2000; Lis-

Balchin, 2003). Además, se ha publicado que los ingredientes novedosos estimulan el apetito, incrementan el desempeño de los animales y mejoran su salud general (Kis y Bilkei, 2003; Sims *et al.*, 2004; Utiyama *et al.*, 2004), pero estos mejoramientos pueden ser variables (Lis-Balchin, 2003; Turner, *et al.*, 2001). Existe en el mercado una gran cantidad de ingredientes novedosos, la mayoría de los cuales indica en su etiqueta que se trata de agentes saborizantes, siendo los más comunes el ajo, el tomillo y el orégano.

Cuadro 5. Funciones sugeridas de las yerbas medicinales chinas (Wang *et al.*, 2000).

Nutrientes
 Apetito y sabor
 Pigmentación
 Antimicóticos
 Antioxidantes
 Favorecedores de la función inmune
 Efectos similares a hormonas
 Efectos similares a vitaminas
 Antiestrés y adaptación
 Efectos antimicrobianos
 Efectos antihelmínticos
 Regulación metabólica

Cuadro 6. Concentración mínima inhibitoria de varios ingredientes y de un antibiótico contra los patógenos comunes que contaminan el alimento para consumo humano (adaptado de Kamel, 2000).

Aceite	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>	<i>Campylobacter</i>	<i>Clostridium perfringens</i>
Orégano	400	400	400	800
Canela	400	400	200	400
Ajo	500	500	NT	100
Olaquinox	10	20	20	NT

Todos los valores están en ppm.

Productos Microbianos para Administración Directa en el Alimento (Probióticos)

En EE.UU. el término probiótico ha sido sustituido por la terminología “*Direct Fed Microbial, DFM*”, o productos microbianos PARA administración directa en el alimento. En su etiqueta indican que son fuentes de microorganismos vivos (o viables) que existen en la naturaleza. Esta es una frase muy importante, pues un verdadero producto microbiano para administración directa en el alimento no puede contener en su etiqueta ninguna indicación sobre el rendimiento, debe ser un microorganismo vivo y no puede ser genéticamente modificado, ni se le puede patentar debido a la exigencia de ser de “ocurrencia natural”.

Además, estos productos no pueden ser cepas bacterianas que se hayan seleccionado para producir antibióticos (AAFCO, 2004).

La mayoría de los productos microbianos para administración directa en el alimento estudiados hasta ahora, han sido *Lactobacillus*, *Bacillus* y *Enterococcus*, levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y combinaciones de estos microorganismos. Los *Bacillus* son bacterias Gram positivas que forman esporas y que son altamente estables ante condiciones ambientales extremas de temperatura, humedad y pH. Las esporas germinan para convertirse en células vegetativas activas al ser ingeridas por el animal. Las bacterias productoras de ácido láctico (LAB) son bacilos o cocos Gram positivos. Son efectivos gracias a su capacidad de producir ácido láctico que, a su vez, puede suprimir a las bacterias patógenas. Existen 3 tipos de bacterias productoras de ácido láctico, a saber: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y *Enterococcus* (antes conocidos como *Streptococcus*). Las levaduras son hongos que tienen varios efectos benéficos sobre el ecosistema gastrointestinal (Risley, 1992).

Cuadro 7. Lista de microorganismos aprobados para uso en los alimentos pecuarios en Estados Unidos (AAFCO, 2004).

<i>Bifidobacterium adolescentis</i>	<i>Lactobacillus fermentum</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
<i>Bifidobacterium animalis</i>	<i>Lactobacillus helveticus</i>	<i>Pediococcus acidilactici</i>
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	<i>Lactobacillus lactis</i>	<i>Pediococcus cerevisiae (damnosus)</i>
<i>Bifidobacterium longum</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Pediococcus pentosaceus</i>
<i>Bifidobacterium infantis</i>	<i>Lactobacillus reuterii</i>	<i>Bacteriodes amylophilus</i>
<i>Bifidobacterium thermophilum</i>	<i>Enterococcus cremoris</i>	<i>Bacteriodes capillosus</i>
<i>Lactobacillus brevis</i>	<i>Enterococcus diacetylactis</i>	<i>Bacteriodes ruminocola</i>
<i>Lactobacillus buchneri</i>	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Bacteriodes suis</i>
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Enterococcus intermedius</i>	<i>Propionibacterium freudenreichii</i>
<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Enterococcus lactis</i>	<i>Propionibacterium shermanii</i>
<i>Lactobacillus cellobiosus</i>	<i>Enterococcus thermophilus</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>Lactobacillus curvatus</i>		
<i>Lactobacillus delbruekii</i>		

El supuesto que respalda el funcionamiento de los productos microbianos para administración directa en el alimento es que existe un equilibrio crítico entre las bacterias benéficas y las potencialmente patógenas. Cuando se rompe este equilibrio debido al estrés (destete, cambios ambientales, cambios en la dieta, enfermedades), se ve

adversamente afectada la salud y el rendimiento de los animales (Kung, 1992).el rendimiento y la salud de los animales Durante estas épocas, un producto para administración directa en el alimento puede restablecer tanto el equilibrio como el rendimiento animal (Anderson *et al.*, 2000).

Además de mantener el equilibrio entre las bacterias benéficas y las potencialmente patógenas, se ha reportado que los productos microbianos para administración directa en el alimento mejoran el rendimiento y la salud de los animales (Fuller, 1989; NFIA, 1991) mediante:

1. una competencia contra las bacterias patógenas por los nutrientes del intestino
2. una competencia contra los patógenos por los sitios de unión a la pared intestinal
3. la producción de compuestos tóxicos para los patógenos
4. el estímulo del sistema inmune de tal manera que el huésped esté listo para combatir al patógeno invasor

Se ha dedicado mucha investigación a determinar los beneficios del uso de los productos microbianos para administración directa en el alimento aunque los resultados han sido, hasta cierto punto, variables (Simon, *et al.*, 2003; Turner *et al.*, 2001). Sin embargo, conforme aprendemos más acerca de su funcionamiento, se reportan beneficios cada vez más constantes con estos productos (Bontempo *et al.*, 2004; Garcia *et al.*, 2004a; Garcia *et al.*, 2004ab; Kritas y Morrison, 2004; Min *et al.*, 2004; Murry *et al.*, 2004; Parrott y Rehberger, 2004; Risley, 2003).

Figura 2. Resumen de 3 pruebas en las que se investigó el efecto de un producto microbiano para administración directa en el alimento, elaborado a base de *Bacillus* sobre el rendimiento de los cerdos al destete con dietas que no contenían antibióticos (adaptado de Risley, 2003).

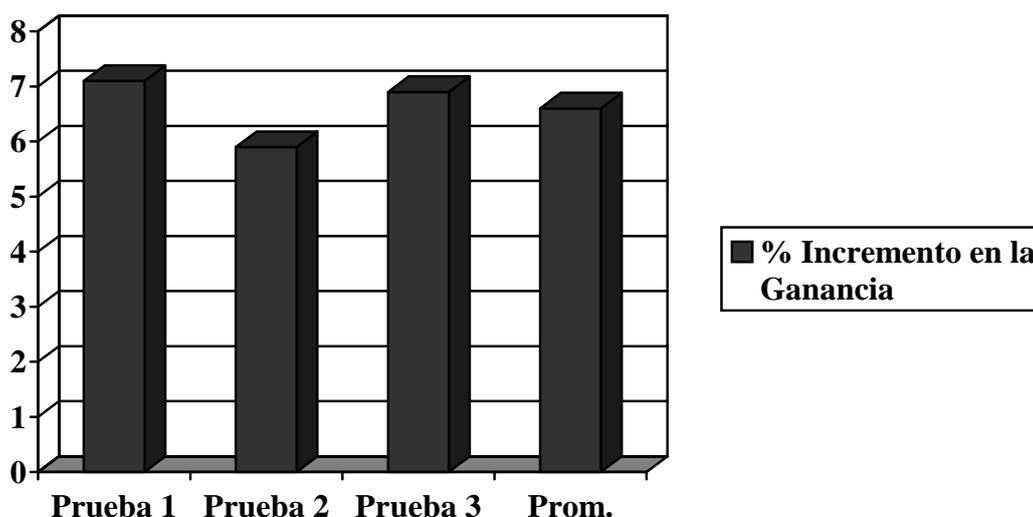
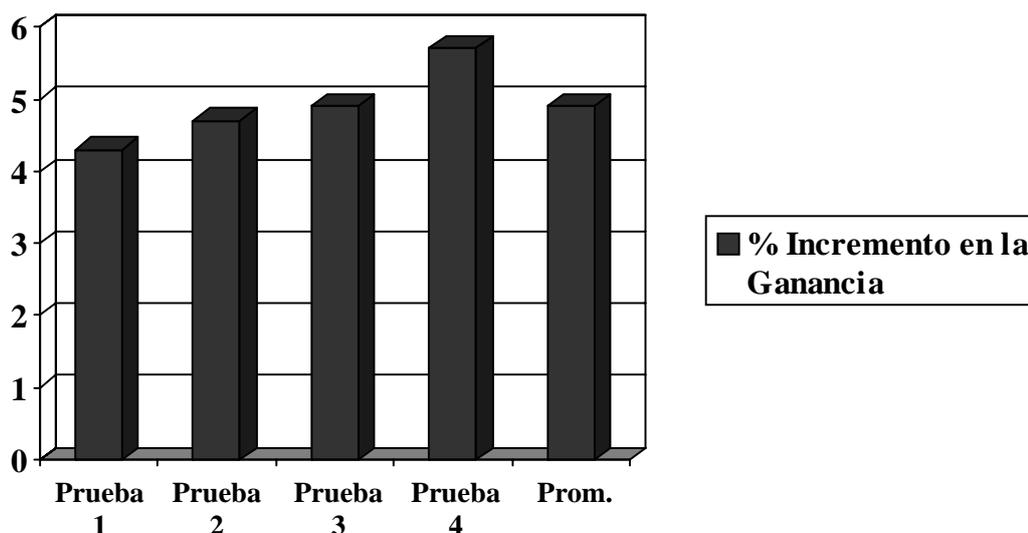


Figura 3. Resumen de 4 pruebas en las que se investigó el efecto de un producto microbiano para la administración directa del alimento elaborado a base de *Bacillus* sobre el rendimiento de los cerdos al destete con dietas que contenían antibióticos (adaptado de Risley, 2003).



La exclusión competitiva, que es una tecnología de nuevo surgimiento, utiliza una mezcla compleja de bacterias obtenidas de un animal libre de patógenos específicos (Nurmi y Rantala, 1973). Este cultivo se obtiene por lo general a partir del contenido cecal o del epitelio mucoso del ciego. La investigación en materia de exclusión competitiva indica que esta tecnología puede mejorar la seguridad alimentaria y el rendimiento de los animales (Blankenship *et al.*, 1993; Harvey *et al.*, 2003; Stern *et al.*, 2001). Sin embargo, la Administración de Alimentos y Fármacos-Centro de Medicina Veterinaria considera a los productos verdaderos de exclusión competitiva como fármacos, por lo que deben ser aprobados después de la presentación de una Solicitud para un Nuevo Fármaco para Uso Animal (*NADA*, por sus siglas en inglés) y esto ha obstaculizado los esfuerzos para hacer que esta tecnología llegue al mercado.

Cuadro 8. Resultados de 4 granjas en las que se utilizó un producto de exclusión competitiva para disminuir los costos de producción asociados con *E. coli* (adaptado de Harvey *et al.*, 2003).

Granja	Tratamiento	Número de Cerdos	Mortalidad + Desecho, %	Costo del Trat. / Cerdo
Granja A	Testigo	3,242	9.06	0.695
	EC	10,402	2.80	0
	Diferencia		6.16	0.695
Granja B	Testigo	6,318	3.33	0.11
	EC	4,900	2.54	0
	Diferencia		0.79	0.11
Granja C	Testigo	3,068	3.30	0.28
	EC	3,127	2.45	0
	Diferencia		0.85	0.28
Granja D	Testigo	1,331	9.00	0.40
	EC	1,288	4.20	0
	Diferencia		4.80	0.40

Conclusión

Existen en el mercado muchos aditivos alimenticios para uso animal, como ácidos orgánicos, prebióticos, ingredientes novedosos y productos microbianos para administración directa en el alimento, que pueden mejorar la salud y el ambiente del intestino del animal y, por ende, mejorar su rendimiento. Estos aditivos pueden dar resultados variables dependiendo del ambiente en el que se utilicen y se deben aplicar junto con buenas técnicas de manejo para obtener todo el potencial de los animales. En la medida en que se realizan más investigaciones para comprender mejor a la microflora intestinal, estos aditivos y, esperamos que otros también, se utilizarán en la industria para mejorar el rendimiento animal.

Referencias

AAFCO (Association of American Feed Control Officials). 2004. AAFCO Official Publication. P.O. Box 478, Oxford, IN.

Agriculture and Agri-Food Canada. 1993. Recommended code of practice for the care and handling of farm animals – pigs. Agriculture and Agri-Foods Canada, Ottawa, ON. Publ. No. 1898E. pg. 55.

Anderson, D. B., V. J. McCracken, R. I. Aminov, J. M. Simpson, R. I. Mackie, M. W. A. Verstegen, and H. R. Gaskins. 2000. Gut microbiology and growth-promoting antibiotics in swine. Nutrition and Abstracts and Reviews. Series B, Livestock Feeds and Feeding. 70, 101-108.

- Blankenship, L. C., J. S. Bailey, N. A. Cox, N. J. Stern, R. Brewer, and O. Williams. 1993. Two-step mucosal competitive exclusion flora treatment to diminish salmonellae in commercial broiler chickens. *Poult Sci.* 72, 1667-72.
- Bontempo, V., A. Di Giancamillo, C. Domeneghini, M. Fava, C. Bersani, R. Paratte, E. chevaux, V. Dell'Orto, and G. Savoini. 2004. Effects of probiotic supplementation on gut histometry and fecal microflora in weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 82(Suppl 1), M102.
- Burnett, G. S., and Hanna J. 1963. Effect of dietary calcium lactate and lactic acid on faecal *Escherichia coli* counts in pigs. *Nature.* 79, 815.
- Canibe, N., S. H. Stein, M. Overland, and B. B. Jensen. 2001. Effect of K-diformate in starter diets on acidity, microbiota and the amount of organic acids in the digestive tract of piglets and on gastric alterations. *J. Anim Sci.* 79, 2123-2133.
- CAST. 1981. Antibiotics in animal feeds. Report 88. Council for Agricultural Science and Technology, Ames, IA.
- Cherrington, C. A., M. Hinton, G. C. Mead, and I. Chopra. 1991. Organic acids: chemistry, antibacterial activity and practical applications. *Adv Microb. Physiol.* 32, 87-108.
- Cromwell, G. L. 2001. Antimicrobial and promicrobial agents. In: *Swine Nutrition Second Edition*. A. J. Lewis and L. L. Southern (editors). CRC Press, Boca Raton, FL.
- Doyle, E. 2002. Alternatives to antibiotic use for growth promotion in animal husbandry. A review of the scientific literature. Food Research Institute, Madison, WI.
- Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.* 66, 365-378.
- Giesting D. W., M. J. Pettitt, and E. Beltranena. 2004. Evaluation of organic acid blends and antibiotics for promoting growth of young pigs. *J. Anim Sci.* 82(Suppl 1), M100.
- Gracia, M. I., R. M. Engberg, A. E. Espinet, M. Cores, and F. Baucells. 2004. Bioefficacy of probiotics in broiler diets. *J. Anim. Sci.* 82(Suppl 1), W37.
- Gracia, M. I., S. Hansen, J. Sanchez, and P. Medel. 2004. Efficacy of addition of *B. licheniformis* and *B. subtilis* in pig diets from weaning to slaughter. *J. Anim. Sci.* 82(Suppl 1), M105.
- Harvey, R. B., R. C. Ebert, C. S. Schmitt, K. Andrews, K. J. Genovese, R. C. Anderson, H. M. Scott, T. R. Callaway, and D. J. Nisbet. 2003. Use of a porcine-derived, defined culture of commensal bacteria as an alternative to antibiotics to control *E. coli* disease in weaned pigs: field trial results. 9th International Symposium on Digestive Physiology in Pigs. 1, 72-74.

Hays, V. W. 1991. Effects of antibiotics. In: Growth Regulation in Farms Animals, Advances in Meat Research. Volume 7. A. M. Pearson and T. R. Dutson (editors). Elsevier Applied Science, New York,

Hays, V.W. 1981. The Hays Report. Rachele Laboratories, Inc. Long Beach, CA.

Kirchgessner, M. and F. X. Roth. 1982. Fumaric acid as a feed additive in pig nutrition, Pig News Info. 3, 259.

Hays, V.W. 1969. Biological basis for the use of antibiotics in livestock production. In: The use of drugs in animal feeds. National Academy of Science- National Research Council Pub. No. 1679. pg. 11. Washington D.C.

Kamel, C. 2000. A novel look at a classic approach of plant extracts. Feed Mix Special. pg 19.

Kerley J. S. and G. Allee. 2001. Fermenting dietary fiber: When and how to maximize fructooligosaccharides benefits. Feed Management.

Kis, R. K. and G. Bilkei. 2003. Effect of a phytogenic feed additive on weaning-to-estrus interval and farrowing rate in sows. J. Swine Health Prod. 11, 296-299.

Kjeldsen, N. 2002. Producing pork without antibiotic growth promoters: the Danish experience. Advances in Pork Production. 13, 107-115.

Kritas, S. K. and R. B. Morrison. 2004. Can probiotics substitute for sub therapeutic antibiotics? A field evaluation in a large pig nursery. 18th IPVS Congress, Hamburg, Germany. 2, 739.

Kung, L. Jr. 1992. Direct-fed microbial and enzyme feeds additives. In: 1993 Direct-fed Microbial, Enzyme, and Forage Additive Compendium, Miller Publishing Co., Minnetonka, MN, 17-21.

Lawrence, B. and J. Hahn. 2001. Swine feeding programs without antibiotics. 62nd Minn Nutr. Conf.

Letellier A., S. Messier, L. Lessard and S. Quessy. 1999. Assessment of different treatments to reduce Salmonella in swine. 3rd International symposium on the epidemiology and control of Salmonella in pork. Washington, D.C.

Lis-Balchin, M. 2003. Feed additives as alternatives to antibiotic growth promoters: botanicals. 9th International Symposium on Digestive Physiology in Pigs. 1, 333-352.

Mathew, A. G., C. M. Robbins, S. E. Chattin and J. D. Quigley III. 1997. Influence of galactosyl lactose on energy and protein digestibility, enteric microflora, and performance of weanling pigs. J. Anim. Sci. 75, 1009-1016.

- Min, B. J., O. S. Kwon, K. S. Son, J. H. Cho, W. B. Lee, J. H. Kim, B. C. Park and I. H. Kim. 2004. The effect of bacillus and active yeast complex supplementation on the performance, fecal bacillus counts and ammonia nitrogen concentrations in weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 82(Suppl 1), M104.
- Moore, P. R., A. Evenson, T. D. Luckey, E. McCoy, C.A. Elvehjen and E.B. Hart. 1946. Use of sulfasuxidine, streptothricin and streptomycin in nutritional studies with the chick. *J. Bio.Chem.* 165, 437.
- Moser, B. D., E. R. Peo and A. J. Lewis. 1980. Effect of carbadox on protein utilization in the baby pig. *Nutr. Rep. Int.* 22, 949.
- Mroz, Z. 2003. Organic acids of various origin and physio-chemical forms as potential alternatives to antibiotic growth promoters for pigs. 9th International Symposium on Digestive Physiology in Pigs. 1, 267-293
- Murry, A. C., A. Hinton and R. J. Buhr. 2004. Effect of a probiotic containing two *Lactobacillus* strains on growth performance and population of bacteria in the ceca and carcass rinse of broiler chickens. *J. Anim. Sci.* 82(Suppl 1), W38.
- NAHMS (National Animal Health Monitoring System). 2000. Part II: Reference of swine health and health management in the United States.
- Naughton, P.J., L. L. Mikkelsen and B. B. Jensen. 2001. Effects of nondigestible oligosaccharides on *Salmonella enterica* serovar *typhimurium* and nonpathogenic *Escherichia coli* in the pig small intestine in vitro. *Appl. Environ. Micro.* 67, 3391-3395.
- NFIA (National Feed Ingredient Association) 1991. Direct fed microbials in animal production. West Des Moines, Iowa.
- NRC (National Research Council). 1999. The use of drugs in food animals: Benefits and risks. National Academy Press, Washington D.C.
- Nurmi E. and M. Rantala. 1973. New aspects of salmonella infection in broiler production. *Nature.* 241, 210-211.
- Palacios, M. F., E. A. Flickinger, C. M. Grieshop, C. T. Collier and J. E. Pettigrew. 2004. Effects of lactic acid and lactose on the digestive tract of nursery pigs. *J. Anim. Sci.* 82 (Suppl 1), 250.
- Parrott, D. S. and T. G. Rehberger. 2004. Isolation of *Bacillus* strains to inhibit pathogenic *E. coli* and enhance weanling pig performance. *J. Anim. Sci.* 82(Suppl 1), M106.

Partanen, K. 2001. Organic acids – their efficacy and modes of action in pigs. In: Gut Environment of Pigs. A. Piva, K. E. Bach Knudsen and J. E. Lindberg (editors). Nottingham University Press, Nottingham, United Kingdom. pp 201-218.

Patterson, J. A. and K. M. Burkholder. 2003. Prebiotic feed additives: Rationale and use in pigs. 9th International Symposium on Digestive Physiology in Pigs. 1, 319-331.

Ravindran, R and E. T. Kornegay, 1993. Acidification of weaner pig diets: A review. J. Sci Food Agric. 62, 313-322.

Risley, C. R., E.T. Kornegay, M.D. Lindemann, C.M. Wood, and W.N. Eigel. Effects of feeding organic acids on selected intestinal content measurements at varying times postweaning in pigs. J. Anim. Sci. 70, 196-206.

Risley, C. R. 1992. An overview of basic microbiology. In: 1993 Direct-fed Microbial, Enzyme, and Forage Additive Compendium, Miller Publishing Co., Minnetonka, MN, 11-13.

Risley, C. R. 2003. Bacillus-based DFM and weanling pig performance. Feed Management.

Roth, F. X. and M. Kirchgessner. 1997. Formic acid as a feed additive for piglets: Nutritional and gastrointestinal effects, EAAP Publication No. 88. Pp. 498-501.

Roth, F. X., W. Windisch and M. Kirchgessner. 1998. Effect of potassium diformate (Formi™ LHS) on nitrogen metabolism and nutrient digestibility in piglets at graded dietary lysine supply. Agribiol Res. 51,167-175.

Simon, O., W. Vahjen and L. Scharek. 2003. Micro-organisms as feed additives - probiotics. 9th International Symposium on Digestive Physiology in Pigs. 1, 95-318.

Sims, M., P. Williams, M. Frehner and R. Losa. 2004. CRINA® poultry essential oils and BMD in the diet of broilers exposed to *Clostridium perfringens*. J. Anim Sci. 82(Suppl 1), 674.

Smiricky-Tjardes, M. R., C. M. Grieshop, E. A. Flickinger, L. L. Bauer, and G. C. Fahey, Jr. 2003. Dietary galactooligosaccharides affect ileal and total-tract nutrient digestibility, ileal and fecal bacterial concentrations, and ileal fermentative characteristics of growing pigs. J. Anim. Sci. 81,2535-2545.

Stahly, T. 1996. Impact of immune system activation on growth and optimal regimens of pigs. In: Recent advances in animal nutrition. P. C. Garnsworthy, Wiseman, J. Haresign W. (Editors), Nottingham University Press, Nottingham, pp 197-206.

Stern N. J., N. A. Cox J. S. Bailey, M. E. Berrang and M. T. Musgrove. 2001. Comparison of mucosal competitive exclusion and competitive exclusion treatment to reduce Salmonella and Campylobacter spp. colonization in broiler chickens. *Poult Sci.* 80, 156-60.

Sunberg, P. 2003. Antimicrobials: Can we continue using them? U.S. Checkoff programs and perspectives. *Advances in Pork Production.* 14, 73-81

Swann. 1969. Joint committee on the use of antibiotics in animal husbandry and veterinary medicine. Her Majesty's Stationery Office, London.

Szkotnicki, J. 2003 Bugs, drugs and you. *Advances in Pork Production.* 14, 83-89.

Thompson, J. L. and Hinton, M. 1997. Antibacterial activity of formic and propionic acids in the diet of hens on salmonella in the crop. *Brit. Poul. Sci.* 38, 59-65.

Turner, J. L., S. S. Dritz and J. E. Minton. 2001. Review: Alternatives to conventional antimicrobials in swine diets. *Prof. Anim. Scientist.* 17:217-226.

Utiyama, C. E., L. L. Oetting, P. A. Giani, U. S. Ruiz and V. S. Miyada. Antimicrobials, probiotics, prebiotics and herbal extracts as growth promoters on performance of weanling pigs. *J. Anim Sci.* 82(Suppl 1), M103.

Visek, W. J. 1978. The mode of growth promotion by antibiotics. *J. Anim. Sci.* 46, 1447.

Wang, R., D. Li and S. Bourne. 1998. Can 2000 years of herbal medicine history help us solve problems in the year 2000? In: *Biotechnology in the Feed Industry.* T. P. Lyons and K. Jacques (editors). Nottingham University Press, Nottingham, United Kingdom. pg 273.

Walsh, M., D. Sholly, K. Saddoris, R. Hinson, A. Sutton, S. Radcliffe, B. Harmon, R. Odgaard, J. Murphy and B. Richert. 2004. Effects of diet and water acidification on weanling pig growth and microbial shedding. *J. Anim. Sci.* 82 (Suppl 1), 245.

Walsh, M., D. Sholly, K. Saddoris, R. Hinson, A. Yager, A. Sutton, S. Radcliffe, B. Harmon and B. Richert. 2004. Effects of diet acidification and antibiotics on weanling pig growth and microbial shedding. *J. Anim. Sci.* 82(Suppl), 246.

Walsh, M., D. Sholly, K. Saddoris, R. Hinson, A. Yager, A. Sutton, S. Radcliffe, B. Harmon and B. Richert. 2004. Effects of diet acidification and buffering capacity on weanling pig performance. *J. Anim. Sci.* 82(Suppl 1), 244.

Walsh, M.C., B.T. Richert, A.L. Sutton, J.S. Radcliffe and R. Odgaard. 2004. Past, present, and future uses of organic and inorganic acids in nursery pig diets. *Amer. Assoc. of Swine Veterinarians.* pp. 155-158.