

ACTUALIZACIÓN EN EL CONTROL DE LA SALMONELOSIS PORCINA A TRAVÉS DE LA ALIMENTACIÓN (I)

E. Creus¹, S. Andrés-Barranco² y R.C. Mainar-Jaime³

¹ Agrogestiic SL;

² Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA) del Gobierno de Aragón;

³ Facultad de Veterinaria (Universidad de Zaragoza)

Av. Tecnol. porc. XI (10): 36 - 47

murium los dos serotipos más implicados. En general en la UE se observa un descenso en la incidencia de salmonelosis relacionado principalmente con el descenso en los casos producidos por *S. Enteritidis* debido a la implementación de programas de control de salmonelosis aviar en Europa (EFSA, 2014). Sin embargo, la incidencia por *S. Typhimurium* se ha mantenido en niveles más estables, e incluso aumentó entre 2005 y 2009.

INTRODUCCIÓN

La demanda del consumidor a la industria alimentaria exigiendo la producción de alimentos de calidad, sanos y seguros está produciendo una profunda transformación en el sector de la producción animal. Uno de los pilares fundamentales sobre los que se asienta la Seguridad Alimentaria es el mantenimiento de elevados niveles de salud animal en las explotaciones, lo que se consigue con la implementación de adecuados programas de control de aquellas enfermedades zoonóticas más importantes.

Entre las enfermedades zoonóticas transmitidas por el cerdo y sus productos derivados una de las más importantes es la salmonelosis. En 2012 en la Unión Europea (UE-27) se confirmaron un total de 91.034 casos de salmonelosis en la población (22,2 casos por 100.000 habitantes) (EFSA, 2014). En España, en ese año la incidencia fue superior a la me-

dia europea (4.181 casos, 36,2 por 100.000 hab.), un ligero aumento con respecto al año 2011 (3.786 casos, 32,8 por 100.000 hab.). En los países industrializados la salmonelosis está considerada una de las infecciones bacterianas con mayor prevalencia de las transmitidas al hombre por alimentos contaminados, siendo *Salmonella Enteritidis* y *S. Typhi-*

El cerdo está considerado la 2ª fuente más importante de infección de salmonelosis humana en Europa y, según un informe reciente, podría ser la 1ª fuente de infección en los países del sur de Europa. En particular, la carne de cerdo sería responsable del 43,6% de los brotes de *Salmonella* en estos países y del 31,8% en Es-



pañía (Pires *et al.*, 2011). Así, la principal razón por la que la salmonelosis porcina debe ser controlada tiene que ver con el papel que esta especie animal juega como reservorio de *Salmonella* a la especie humana y, especialmente, como reservorio de *S. Typhimurium* y de su variante monofásica (S. 1,4,[5],12:i:-), los serotipos más frecuentes en el hombre tras *S. Enteritidis*.

Nuestro país es líder en prevalencia de salmonelosis porcina, con cerca de un 30% de los cerdos de cebo infectados (10% de media en Europa) (EFSA, 2008; Vico *et al.*, 2011). La gravedad del problema se ha puesto también de manifiesto con otro estudio realizado en cuatro mataderos españoles en donde se observó que el 39,7% de las canales de porcino analizadas estaban contaminadas por *Salmonella* spp. (Argüello *et al.*, 2012). En 2003, las autoridades sanitarias de la UE ya establecieron la obligatoriedad de poner en marcha estos programas específicos para la detección y el control de *Salmonella*, mediante un control exhaustivo de todas las fases de la cadena alimentaria ("de la granja a la mesa"), contemplando medidas restrictivas para aquellas explotaciones que no consigan los objetivos deseados (Directiva 2003/99/CE del 17 de noviembre de 2003 sobre la vigilancia de las zoonosis y los agentes zoonóticos y Reglamento (CE) N° 2160/2003 del 17 de noviembre de 2003 sobre el control de la *Salmonella* y otros agentes zoonóticos específicos transmitidos por los alimentos).

Los cerdos infectados son la principal causa de contaminación por *Salmonella* en el matadero

(Visscher *et al.*, 2011), por ello resulta imprescindible tomar medidas que reduzcan la incidencia de *Salmonella* en la granja para minimizar su transmisión a la cadena alimentaria. Para el control de enfermedades entéricas bacterianas en la granja tradicionalmente se han utilizado antibióticos. Una práctica habitual era el uso de estos a dosis subterapéuticas como promotores del crecimiento (APC), pero su utilización continuada y el desarrollo de resistencias antibióticas (RA) (Witte, 1998) supuso su prohibición en Europa a partir del 1 de Enero de 2006 (Reglamento CE n° 1831/ 2003). La aparición de cepas de *Salmonella* resistentes se ha incrementado en los últimos años y muchos de los casos en personas se asociarían con el consumo de alimentos de origen animal (Arlet *et al.*, 2006), por lo que el control de la salmonelosis porcina requerirá de métodos alternativos que eviten en lo posible el uso de antibióticos. Estos métodos deberían servir de complemento a la aplicación en las explotaciones de estrictas pautas de limpieza y desinfección, medidas de bioseguridad apropiadas y un manejo de los animales que evite en lo posible situaciones de estrés, sin duda los pilares de todo programa de control de *Salmonella* en las granjas.

MÉTODOS DE CONTROL COMPLEMENTARIOS

Entre las medidas de control propuestas para mejorar la resistencia de los animales a las infecciones destacan determinadas estrategias de alimentación. El principio común a todas ellas es el de promover un ambiente en el tracto gastrointestinal que, por un lado, favorezca

la flora beneficiosa y que, por otro, sea hostil para las bacterias patógenas como *Salmonella*. A continuación haremos una descripción de algunas de las propuestas que se han mostrado como más eficaces y que han despertado mayor interés como complemento al control de *Salmonella* en las explotaciones porcinas.

ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN PARA EL CONTROL DE LA SALMONELOSIS PORCINA

1. Según las características físicas del alimento

Varios estudios epidemiológicos han descrito el efecto protector ante la infección que podrían tener las dietas no granuladas y con un tamaño de partícula grosero (Lo Fo Wong *et al.*, 2004; Mikkelsen *et al.*, 2004; Canibe *et al.*, 2005). Contrariamente a lo que cabría esperar, los cerdos alimentados con pienso granulado son más susceptibles a la infección por *Salmonella* que los que son alimentados con harina grosera no tratada térmicamente, a pesar de que el procesado mejoraría la higiene microbiológica del pienso.

Este efecto protector ha sido atribuido a los cambios fisicoquímicos y microbiológicos en el contenido estomacal que provoca este tipo de alimentación. Estos cambios conllevarían un refuerzo de la barrera gástrica que ayudaría a reducir la supervivencia de *Salmonella* a su paso por el estómago. En primer lugar, se ha descrito como la harina grosera promueve una estratificación del contenido estomacal, produciéndose una separación de las fases líquida y sólida. Este

efecto contribuiría a que se ralentizaría el proceso de vaciamiento del estómago dando a los ácidos gástricos más tiempo para actuar y en consecuencia creando un ambiente que dificultaría el crecimiento de *Salmonella*. Por otra parte la harina grosera promovería un ambiente más favorable para el establecimiento de poblaciones de bacterias ácido-lácticas, tanto en estómago como en tramos anteriores del intestino delgado y estas producirían una mayor concentración de ácidos orgánicos que serían letales para *Salmonella* y otros patógenos. También se ha descrito cierta actividad competitiva frente a *Salmonella* de estas bacterias por los receptores de las células intestinales.

A su vez la mayor presencia de sustrato fermentable en forma de carbohidratos no digeridos asociado al mayor tamaño de partícula de este tipo de alimentación, podría producir cambios en la fermentación en tramos posteriores del intestino que dificultarían el crecimiento del patógeno. Dichos cambios afectarían la estructura de la mucosa intestinal, produciendo un aumento tanto de la profundidad de las criptas intestinales como de la producción de mucinas (Callies *et al.*, 2012) y promoverían también una mayor concentración de ácido butírico en zonas distales del intestino, hecho que podría estimular el crecimiento de células epiteliales.

Sin embargo, a pesar de estos efectos beneficiosos atribuidos a la harina grosera, el efecto negativo observado sobre los índices productivos ligado a la menor digestibilidad de este tipo de dietas (Canibe *et al.*, 2005), re-

duce su interés como medida de control frente a *Salmonella*.

2. Alimentación líquida fermentada.

Diversos estudios han constatado la relación existente entre el uso de alimentación líquida fermentada y una menor prevalencia de *Salmonella* en lotes de cerdos (van der Wolf *et al.*, 2001a; Lo Fo Wong *et al.*, 2004). El efecto protector de este tipo de alimentación podría deberse a la disminución del pH en el tracto digestivo causada por la elevada concentración de ácidos orgánicos en este tipo de alimentos resultantes de la fermentación, fundamentalmente ácido láctico y acético. Este refuerzo de la barrera gástrica como primera línea defensiva promovería un ambiente desfavorable para el crecimiento de enterobacterias (Farzan *et al.*, 2006).

Por otro lado también se ha descrito que las propias bacterias ácido lácticas presentes en este tipo de alimento podrían ayudar a controlar la proliferación de *Salmonella*. Este efecto, que podría considerarse "probiótico", se debería al efecto de exclusión competitiva de estas bacterias frente a *Salmonella*. También se ha descrito un efecto "prebiótico" de determinados ingredientes, como serían los sueros procedentes de las industrias lácteas, al favorecer la proliferación de bacterias ácido-lácticas.

3. Probióticos.

Los probióticos son microorganismos viables (diferentes especies de *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Saccharomyces*, etc.) que suplementados en la dieta en cantidades adecuadas ejercen un efecto beneficioso sobre la salud

(FAO/WHO, 2002). Generalmente se utilizan mezclas de distintos microorganismos, ya que su combinación ha demostrado ser más efectiva debido a su efecto sinérgico.

Los mecanismos mediante los cuales estas cepas probióticas actuarían contra patógenos como *Salmonella* podrían ser varios. Por un lado se ha descrito un incremento en los productos de fermentación (ácido láctico y ácidos grasos de cadena corta) que provocarían la consiguiente disminución del pH intestinal. También se ha descrito que podrían promover fenómenos de exclusión competitiva al competir con las bacterias patógenas tanto por nutrientes como por receptores de adhesión de la mucosa intestinal y producir también compuestos antibacterianos (agua oxigenada, bacteriocinas) que inhibirían el crecimiento de otras bacterias. Por último no se descartaría un efecto inmunoestimulador tanto a nivel de la mucosa intestinal como sistémico, debido a la interacción de estas bacterias probióticas con la membrana de la mucosa.

Aunque algunos ensayos realizados *in vitro* demuestran el potencial de los probióticos para reducir *Salmonella*, todavía son escasos los estudios *in vivo*, en especial los realizados en granjas comerciales, que prueben la eficacia de estos productos como herramienta de control de *Salmonella* en las explotaciones. Casey *et al.* (2007) observaron que lechones destetados tratados con una mezcla de cinco cepas distintas de bacterias ácido-lácticas e infectados experimentalmente con *S. Typhimurium*, mostraban una menor incidencia, severidad y duración de la diarrea, así como una menor eliminación de la bacteria en heces. Del mis-

BACTOCELL[®]

BACTERIA ÁCIDO LÁCTICA PARA MONOGÁSTRICOS

¡ La sopa de mejor calidad !



LEWALCOOPRODUCT - RCS Lallemand 405 720 194 - 042009.

higiene de la sopa **+** mayor consumo **+** seguridad digestiva **=** máximos resultados

LALLEMAND BIO, SL

Télf : (+34) 93 241 33 80 Email : animal-iberia@lallemand.com

www.lallemandanimalnutrition.com

LALLEMAND

mo modo, Fedorka-Cray *et al.* (1999) y Genovese *et al.* (2003) observaron una reducción en la excreción fecal de *Salmonella* así como una disminución del recuento de patógenos en el contenido de ciego y colon tras la inclusión de cultivos bacterianos en las dietas de lechones recién destetados. Collado *et al.* (2007) observaron que la adhesión de *Salmonella* y otros enteropatógenos a la mucosa intestinal de cerdos disminuía cuando empleaban *Bifidobacterium lactis* y *Lactobacillus rhamnosus* como probióticos.

Por último no debemos olvidar algunas de las limitaciones a tener en cuenta en la incorporación de probióticos en los piensos y que las últimas tecnologías de encapsulación están ayudando a solucionar, como su viabilidad durante el proceso de fabricación y almacenaje del pienso, así como durante el tránsito por el tracto intestinal.

4. Prebióticos.

Los prebióticos se definen como "ingredientes no digeribles de los alimentos con un efecto beneficioso para el hospedador mediante la estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de uno o varios tipos de microorganismos intestinales" (Gibson y Roberfroid, 1995). Se caracterizarían por presentar tres propiedades principales: i) no deben ser absorbidos o hidrolizados en estómago o intestino delgado; ii) deben ser selectivos para las bacterias comensales beneficiosas del intestino grueso (bifidobacterias); y iii) su fermentación debe tener efectos beneficiosos tanto a nivel luminal como sistémico.

Dentro de este grupo son de especial interés por haber demos-

trado *in vitro* o *in situ* mayor actividad protectora frente a *Salmonella* en cerdos los oligosacáridos no digeribles y, concretamente, los fructooligosacáridos (FOS) y la inulina, los galactooligosacáridos (GOS), los transgalactooligosacáridos (TOS) y la lactulosa. Correa-Matos *et al.* (2003) observaron que la suplementación de la dieta de lechones de 2 días con FOS disminuía la severidad de los síntomas tras la infección con *S. Typhimurium*. Otros autores también han descrito una disminución de la eliminación de *S. Typhimurium* en heces tras la administración de FOS en el agua de bebida (Letellier *et al.*, 2000). Loh *et al.* (2007) comprobaron que en lechones cuya dieta era suplementada con inulina, el número de bifidobacterias y butirato en el colon era superior. En referencia a los GOS, se ha descrito un aumento en el número de bifidobacterias y concentración de acetato en el colon y a su vez una reducción en el pH, en lechones cuya dieta se había suplementado con una mezcla de GOS. Además, *in vitro* estos GOS inhibieron la adhesión de ETEC *E. coli* y *S. Typhimurium* a células HT29 (Tzortzis *et al.*, 2005). Smiricky-Tjardes *et al.* 2003 comprobaron que la adición de TOS a la dieta de cerdos aumentaba el número de bifidobacterias y lactobacilos en heces. En la Tabla 1 se muestra un resumen de algunos de los estudios realizados con probióticos y prebióticos frente a *Salmonella* y otras enterobacterias.

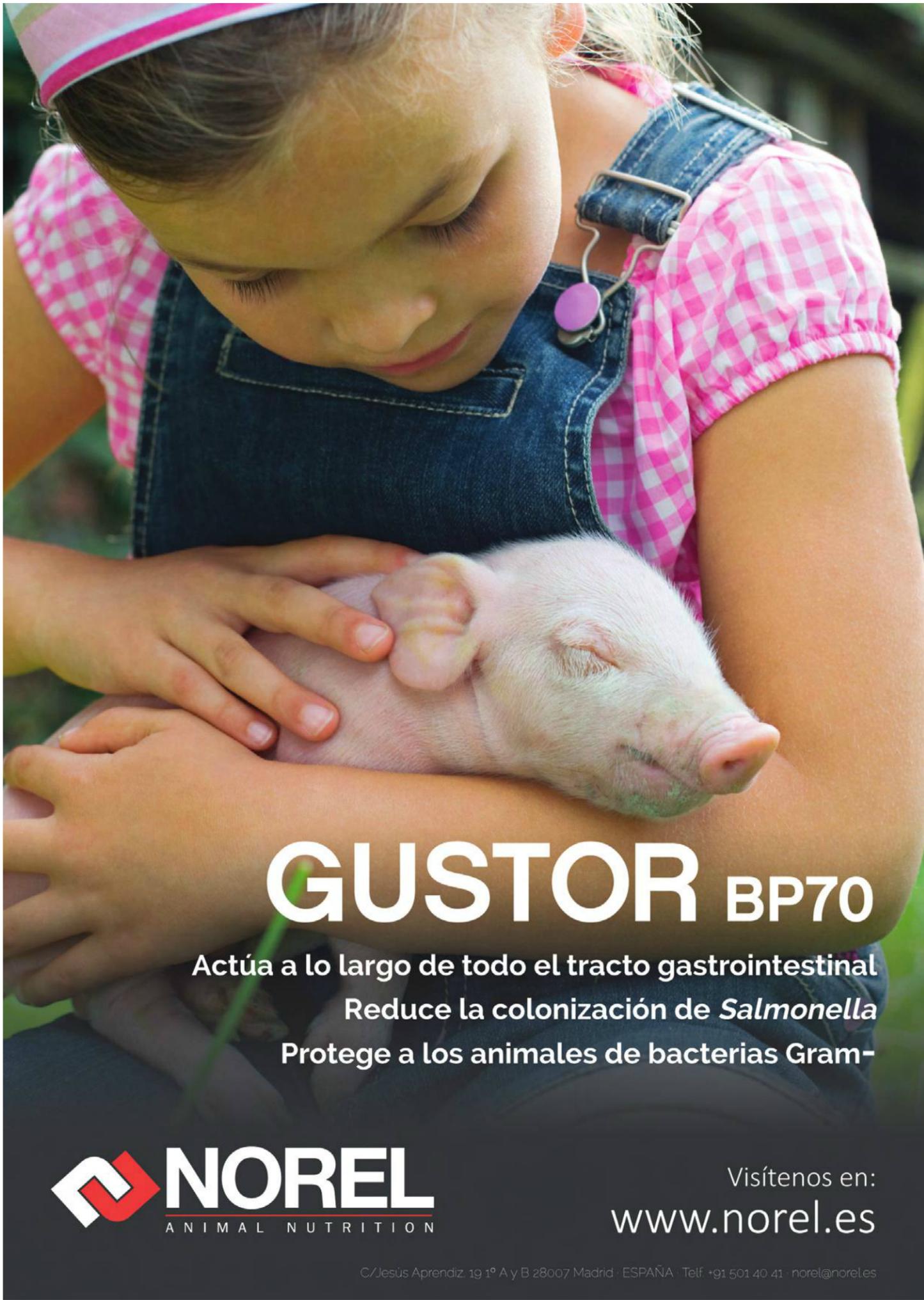
En general, el principal mecanismo de acción de los prebióticos se atribuiría a su efecto sobre la fermentación al servir como substratos selectivos que promoverían el crecimiento de bacterias beneficiosas, es decir, con actividad competitiva frente a *Salmonella*.

También se ha descrito su efecto inmunoestimulador, tanto a nivel de la mucosa intestinal como sistémico (Delzenne, 2003) y de mejora en las defensas del intestino (por ejemplo, al incrementar el grosor de las mucinas). El origen de todos estos oligosacáridos es variado, desde sueros lácteos en el caso de los GOS y TOS hasta la raíz de la achicoria o la remolacha azucarera para los FOS y la inulina. La lactulosa en cambio es un disacárido sintético.

Como un grupo especial se deben mencionar los mananoligosacáridos (MOS), que aunque no favorecen selectivamente las bacterias beneficiosas del intestino (Gaggia *et al.*, 2010; Halas y Nochtá 2012), cumplirían las otras dos características y además actuarían bloqueando la adhesión a las células epiteliales del intestino de las bacterias Gram (-) patógenas que expresan fimbrias Tipo-1 como *Salmonella* (Borowsky *et al.*, 2009), provocando su excreción a través del intestino. Dado que tampoco son nutrientes directos, en la actualidad se les considera como nutricinas (Adams 2000) y se hablará de ellos en el siguiente capítulo.

5. Ácidos orgánicos.

Es conocido que la incorporación directa de ácidos orgánicos a la dieta o al agua de bebida puede resultar efectiva no solamente por su actividad antimicrobiana en el pienso sino también por sus efectos en el tracto gastrointestinal de los animales. Su importante actividad antimicrobiana se produciría por dos mecanismos principales: por un lado por la alteración del pH extracelular; por otro y siendo considerado el más importante, por el efecto de la forma no disociada de los ácidos que, tras penetrar al interior



GUSTOR BP70

Actúa a lo largo de todo el tracto gastrointestinal

Reduce la colonización de *Salmonella*

Protege a los animales de bacterias Gram-

 **NOREL**
ANIMAL NUTRITION

Visítenos en:
www.norel.es

Tabla 1. Estudios realizados con probióticos y prebióticos frente a *Salmonella* y otras enterobacterias.

Producto	Condiciones del ensayo	Resultados obtenidos	Referencia
Probióticos			
Cultivo bacteriano de exclusión competitiva	Cerdos infectados experimentalmente	Reducción de los recuentos de <i>Salmonella</i> en ciego	Fedorka-Cray <i>et al</i> (1999)
Cultivo bacteriano de exclusión competitiva	Lechones infectados experimentalmente	Disminución de la eliminación de <i>Salmonella</i> , así como su presencia en ciego, colon y nódulos linfáticos	Genovese <i>et al</i> (2003)
<i>Lactobacillus murinus</i> (DPC6002 y DPC6003) + <i>L. pentosus</i> DPC6004 + <i>L. salivarius</i> DPC6005 + <i>Pediococcus pentosaceus</i> DPC6006	30 días a lechones infectados experimentalmente	Menor incidencia, severidad y duración de la diarrea	Casey <i>et al</i> (2007)
<i>Bifidobacterium lactis</i> Bb12 <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LGG LGG + Bb12	Ensayo <i>in vitro</i> en mucosa intestinal de cerdos	Reducción de la adhesión de <i>S. Typhimurium</i> y otros enteropatógenos	Collado <i>et al</i> (2007)
Prebióticos			
FOS (1% en agua o pienso)	Lechones infectados experimentalmente	Tendencia a disminuir la eliminación de <i>S. Typhimurium</i>	Letellier <i>et al</i> (2000)
FOS (7,5 g/L)	14 días a lechones de 2 días infectados experimentalmente el día 7	Reducción de síntomas asociados a la infección por <i>S. Typhimurium</i>	Correa-Matos <i>et al</i> (2003)
TOS (6%)	7 días a cerdos canulados	Aumento de bifidobacterias y lactobacterias en heces	Smiricky-Tjardes <i>et al</i> (2003)
GOS Inulina	a) Ensayo de adhesión <i>in vitro</i> con células HT29 b) Ensayo <i>in vivo</i> . 34 días lechones de 28 días tomaron una de estas dietas: GOS 1,6% ó GOS 4% o inulina 1,6%	a) Inhibición de la adhesión de <i>S. Typhimurium</i> b) Aumento de la concentración de bifidobacterias y butirato. Reducción del pH	Tzortzis <i>et al</i> (2005)
Inulina (3%)	Cerdos de 9-12 semanas durante 3-6 semanas	Mayor concentración de bifidobacterias y butirato en colon que los animales no tratados	Loh <i>et al</i> (2006)

celular de la bacteria, se disociarían, disminuyendo el pH intracelular y provocando la muerte celular.

Existen numerosos estudios que indican el efecto inhibitorio sobre *Salmonella* de los ácidos (Tabla 2), aunque como se comentará más adelante los resultados de eficacia obtenidos hasta ahora son muy variables. Respecto a los mecanismos que podrían explicar este efecto contra *Salmonella*, estos son varios. Diversos estudios atribuyen a los ácidos un refuerzo de la barrera gástrica frente a la entrada de *Salmonella*. Esto se debería al incremento en la concentración total de ácidos y a la consiguiente reducción en el pH ocurrida principalmente en los tramos anteriores del tracto gastrointestinal, ya que normalmente los ácidos son absorbidos a lo largo del intestino delgado. Los ácidos además, modularían el equilibrio intestinal, favoreciendo la proliferación de bacterias lácticas mucho más tolerantes a un ambiente ácido que *Salmonella*. Este tipo de bacterias, además de producir bacteriocinas, competirían con *Salmonella* por sustratos o por receptores de adhesión al epitelio, mediante el proceso anteriormente citado de exclusión competitiva. También se ha descrito que algunos ácidos, principalmente el butírico y el caprílico, reducirían la expresión de determinados genes de patogenicidad de *Salmonella*, por lo que disminuirían su capacidad para colonizar el epitelio (Van Immerseel *et al.*, 2005; Gantois *et al.*, 2006).

Una importante limitación de los ácidos orgánicos para el control de *Salmonella* reside en su rápida absorción en los tramos proximales del intestino (duo-

deno), puesto que es en los tramos distales del intestino (íleon, ciego y colon), donde mayoritariamente *Salmonella* suele adherirse y colonizar. Esta desventaja actualmente se puede superar mediante tecnologías de microencapsulación que evitan que el ácido se disuelva totalmente al inicio del tracto digestivo y llegue así activo al tramo distal.

Finalmente comentar que a pesar de los numerosos estudios realizados en los últimos años, aún sigue siendo necesario disponer de más trabajos que permitan determinar mezclas, formas, dosis y pautas de administración óptimas para conseguir un balance coste-eficacia satisfactorio ya que, en general, su efecto antibacteriano es muy variable y depende principalmente de los siguientes aspectos:

- Tipo y combinación de ácidos utilizados. La mezcla de varios ácidos ofrece mejores resultados frente a *Salmonella*, tanto a nivel *in vivo* como *in vitro*. Por otro lado, aunque siempre se haga referencia a los ácidos grasos de cadena corta (como el fórmico, propiónico, acético y butírico) por su importante efecto inhibitorio contra *Salmonella*, algunos estudios apuntarían a un mayor efecto inhibitorio que los ácidos grasos de cadena media (como el caprílico, caprílico y cáprico) (Van Immerseel *et al.*, 2004, 2006; Kollanoor *et al.*, 2012).

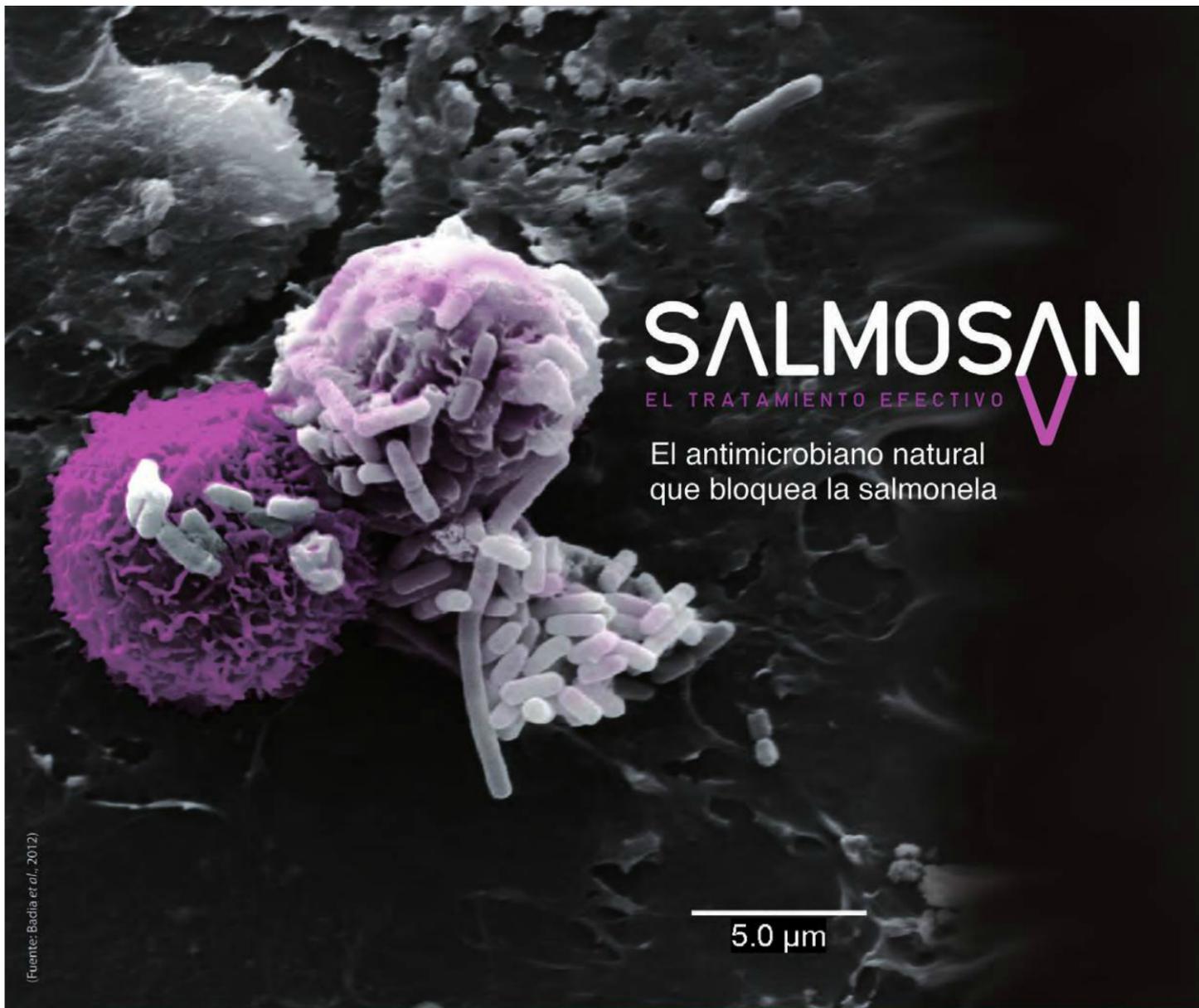
Otra posibilidad es administrar los ácidos orgánicos en forma de sal (principalmente en forma de sales de potasio, calcio o sodio), cuya principal ventaja sería su mayor facilidad de manejo y dosificación,

así como ser menos corrosivas y volátiles que los ácidos libres. La administración de 12 Kg/Tm de diformiato potásico en el pienso ha demostrado reducir el recuento de coliformes en duodeno, yeyuno y recto de cerdos de engorde (Øverland *et al.*, 2000) y el periodo de excreción de *Salmonella* en lechones infectados experimentalmente (Papenbrock *et al.*, 2005).

- Concentración empleada. Si bien niveles de ácido por debajo del 3 Kg/Tm son los recomendados para la conservación de materias primas y piensos, por lo general se necesitan niveles de inclusión bastante más elevados para conseguir cambios en el medioambiente intestinal de los animales. Según Jensen *et al.*, (2003) son necesarios niveles entre 15-20 Kg/Tm para poder detectar un incremento de ácidos en el estómago y a lo largo del intestino delgado. Según estos mismos autores, la combinación de 7 Kg/Tm de ácido fórmico y 7 Kg/Tm de láctico resultaría efectiva para reducir la población de coliformes. Por lo que respecta al uso de ácidos en el control de *Salmonella*, estudios de campo en los que se incorporó fórmico y láctico a niveles de inclusión de 4 Kg/Tm de cada ácido demostraron descensos significativos en los niveles de seroprevalencia de los animales que llegaban a matadero, tras un periodo de administración de 8-9 semanas antes del sacrificio (Creus *et al.*, 2007).
- El tiempo y período de administración. Su administración durante todo el período de engorde sería el enfoque más efectivo para controlar la in-

Tabla 2. Estudios realizados con ácidos orgánicos frente a *Salmonella* y otras enterobacterias.

Tipo de ensayo	Tratamiento (concentración final)	Duración	Modo . admón	Fase	Resultados obtenidos	Referencia
Campo	• Láctico 8% + Fórmico 23% + Formato de amonio 28% + Acético 4% + Propiónico 3% + Sórbito 33% → (0,2%)	Todo el engorde	Agua	Engorde	Reducción seroprevalencia <i>Salmonella</i>	Van der Wolf <i>et al</i> (2001b)
Clínico	• Diformato potásico (1,2%)		Pienso	Lechones destetados	Reducción de la eliminación de <i>Salmonella</i> .	Papenbrock <i>et al</i> (2005)
Campo	a) Fórmico+Láctico 50:50 (1,2%) b) Fórmico+Láctico 50:50 (0,8%) c) Fórmico (0,8%)	14 sem 8-9 sem 8-9 sem	Pienso	Engorde	a) Reducción de portadores en nódulos linfáticos b) Reducción seroprevalencia <i>Salmonella</i> b) y c) Reducción excreción fecal y número de portadores en nódulos linfáticos	Creus <i>et al</i> (2007)
Campo	• Fórmico+Láctico 50:50 (0,8%) • Fórmico+Láctico protegidos 50:50 (0,28%)	36 días	Pienso	Engorde	La concentración más alta (0,8%) disminuyó seroprevalencia y excreción de <i>Salmonella</i> .	Dos Santos <i>et al</i> (2007)
Clínico	• Butírico protegido (0,2%) • Caprílico protegido (0,31%)	2 sem	Pienso	Lechones de 6 sem	Reducción de excreción y colonización intestinal de <i>Salmonella</i> .	Boyen <i>et al</i> (2008)
Campo	• Fórmico + Propiónico + Acético + Sórbito (0,25 – 0,40%)	2 sem	Agua	Engorde	No se encontraron diferencias	De Busser <i>et al</i> (2009)
Clínico	• Diformato potásico (1,2%) • Fórmico + Propiónico 75:25 (0,9%)		Pienso	Lechones de 4 sem	Reducción de la eliminación y recuentos de <i>Salmonella</i> en el tracto digestivo.	Taube <i>et al</i> (2009)
Campo	• Diformato potásico (1,2%) • Fórmico (0,4%) + Propiónico (0,2%)	Todo el engorde	Pienso	Engorde	Reducción seroprevalencia y contenido cecal de <i>Salmonella</i> .	Visscher <i>et al</i> (2009)
Clínico	• Fórmico (0,4%) + Láctico (0,4%)		Pienso	Lechones de 4 sem	El tratamiento no tuvo ningún efecto sobre la colonización del tracto digestivo por <i>Salmonella</i> .	Martín-Peláez <i>et al</i> (2010)
Clínico	• Fórmico + Propiónico + Acético + Láctico (0,09%) • Butirato cálcico protegido (0,3%)	11 sem	Agua Pienso		El butirato cálcico disminuyó la transmisión de <i>Salmonella</i> .	De Ridder <i>et al</i> (2013)
Campo	• Láctico 56% + Fórmico 23% + Propiónico 13% + Acético 5% (0,035%) • Diformato potásico (0,5%)	6-7 sem	Agua Pienso	Engorde	Reducción seroprevalencia. Diformato disminuyó el número de portadores en nódulos linfáticos.	Argüello <i>et al</i> (2013)



SALMOSAN

EL TRATAMIENTO EFECTIVO

El antimicrobiano natural
que bloquea la salmonela

5.0 μm

(Fuente: Badia et al., 2012)

www.salmosan.com



Los resultados nos han dado la razón

En 2008, ITPSA sorprendió con el lanzamiento de Salmosan[®], un producto natural patentado con efecto prebiótico y rico en galactomananos de origen vegetal que impide la adhesión de *Salmonella* en el epitelio intestinal. Hoy Salmosan[®] ha demostrado su eficacia en numerosos ensayos *in vivo* en aves y en porcino, realizados con la participación de los institutos de investigación y tecnología IRTA (Generalitat de Catalunya) y CITA (Gobierno de Aragón).

A las pruebas nos remitimos: las evidencias científicas demuestran su efectividad superior para proteger a los animales.

Confíe en Salmosan[®]. La protección de alta eficacia contra la salmonelosis.



T+34 93 452 03 30 · F +34 93 452 03 31 · itpsa@itpsa.com · www.itpsa.com

fección de *Salmonella* en las explotaciones ya que protegería a los animales durante todo el cebo, reduciéndose considerablemente el número de animales portadores que llegarían al matadero. Conscientes que esta práctica es difícil de aplicar por sus implicaciones económicas, una alternativa sería limitar su administración en las últimas semanas del engorde, siempre y cuando la prevalencia de infección no fuera alta previamente al tratamiento, ya que en este caso, aunque se conseguiría reducir el número de animales excretores que llegan al matadero, no se reduciría el de portadores en nódulos linfáticos. Otra alternativa sería complementar la administración de los ácidos al final del engorde con su administración durante las primeras semanas de engorde, al tratarse este de un periodo crítico de infección. En cualquier caso, estas medidas deberían acompañarse de estrictas medidas de bioseguridad e higiene y manejo en las explotaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS CA. (2000)** The role of nutraceuticals in health and total nutrition. Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium, University of Sydney, Australia, p. 17-24.
- ARGUELLO H, CARVAJAL A, COLLAZOS JA, GARCIA-FELIZ C, RUBIO P. (2012)** Prevalence and serovars of *Salmonella* enterica on pig carcasses, slaughtered pigs and the environment of four Spanish slaughterhouses. *Food Res Int* 45:905-912.
- ARGUELLO H, CARVAJAL A, COSTILLAS S, RUBIO P. (2013)** Effect of the addition of organic acids in drinking water or feed during the finishing period on the prevalence of *Salmonella* in finishing pigs. *Foodborne Pathog Dis* 10:842-849.
- ARLET G, BARRETT TJ, BUTAYE P, CLOECKAERT A, MULVEY MR, WHITE DG. (2006)** *Salmonella* resistant to extended-spectrum cephalosporins: prevalence and epidemiology. *Microbes Infect* 8(7):1945-1954.
- BOROWSKY L, CORCAO G, CARDOSO M. (2009)** Mannanoligosaccharide agglutination by *Salmonella* enterica strains isolated from carrier pigs. *Braz J Microbiol* 40(3):458-464.
- BOYEN F, HAESBROUCK F, VANPARYS A, VOLF J, MAHU M, VAN IMMERSEEL F, RYCHLIK I, DEWULF J, DUCATELLE R, PASMANS F. (2008)** Coated fatty acids alter virulence properties of *Salmonella* Typhimurium and decrease intestinal colonization of pigs. *Vet Microbiol* 132: 319-327.
- CALLIES A, SANDER S, VERSPOHL J, BEINEKE A, KAMPHUES J. (2012)** Effect of grinding and feed physical form on in vitro adhesion of *Salmonella* Typhimurium and mannose residues in intestinal mucus receptors. *J Anim Sci* 90:272-274.
- CANIBE N, HØJBERG O, HØJSGAARD S, JENSEN BB. (2005)** Feed physical form and formic acid addition to the feed affect the gastrointestinal ecology and growth performance of growing pigs. *J Anim Sci* 83:1287-1302.
- CASEY PG, GARDINER GE, CASEY G, BRADSHAW B, LAWLOR PG, LYNCH PB, LEONARD FC, STANTON C, ROSS RP, FITZGERALD GF, HILL C. (2007)** A five-strain probiotic combination reduces pathogen shedding and alleviates disease signs in pigs challenged with *Salmonella* enterica serovar typhimurium. *Appl Environ Microbiol* 73(6):1858-1863.
- CORREA-MATOS NJ, DONOVAN SM, ISAACSON RE, GASKINS HR, WHITE BA, TAPPENDEN KA. (2003)** Fermentable fiber reduces recovery time and improves intestinal function in piglets following *Salmonella* typhimurium infection. *J Nutr* 133:1845-1852.
- CREUS E, PEREZ JF, PERALTA B, BAUCCELLS F, MATEU E. (2007)** Effect of acidified feed on the prevalence of *Salmonella* in market-age pigs. *Zoonoses Public Health* 54:314-319.
- DE BUSSEER EV, DEWULF J, NOLLET N, HOUF K, SCHWARZER K, DE SADELEER L, DE ZUTTER L, MAES D. (2009)** Effect of organic acids in drinking water during the last 2 weeks prior to slaughter on *Salmonella* shedding by slaughter pigs and contamination of carcasses. *Zoonoses Public Health* 56:129-136.
- DE LANGE CFM, PLUSKE J, GONG J, NYACHOTI CM. (2010)** Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs. *Livest Sci* 134:124-134.
- DE RIDDER L, MAES D, DEWULF J, PASMANS F, BOYEN F, HAESBROUCK F, MEROC E, BUTAYE P, VAN DER STEDE Y. (2013)** Evaluation of three intervention strategies to reduce the transmission of *Salmonella* Typhimurium in pigs. *Vet J* 197:613-618.
- DELZENNE NM. (2003)** Oligosaccharides: state of the art. Proceedings of the Nutrition Society 62:177-182.
- DOS SANTOS J, CREUS E, PEREZ JF, MATEU E, MARTIN-ORUE, SM. (2007)** Efecto de dietas suplementadas con ácidos orgánicos protegidos y no protegidos sobre la fermentación intestinal y la excreción de *Salmonella* en cerdos al final del engorde. ITEA vol. extra nº 28, Tomo I:204-206.
- EFSA (2008)** Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in slaughter pigs, Part A. *EFSA J* 135:1-111.
- EFSA-ECDC. (2014)** European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and foodborne outbreaks in 2012. *EFSA J* 12(2):3547, 312 pp. doi:10.2903/j.efsa.2014.3547.
- FAO/WHO. (2002)** Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health organization Working Group Report. http://www.fao.org/es/ESN/food/foodandfood_probio.en.stm.
- FARZAN A, FRIENDSHIP RM, DEWEY CE, WARRINER K, POPPE C, KLOTINS K. (2006)** Prevalence of *Salmonella* spp. on Canadian pig farms using liquid or dry-feeding. *Prev Vet Med* 73:241-254.
- FEDORKA-CRAY PJ, BAILEY JS, STERN NJ, COX NA, LADELY SR, MUSGROVE, M. (1999)** Mucosal competitive exclusion to reduce *Salmonella* in swine. *J Food Prot* 62:1376-1380.
- GAGGIA F, MATTARELLI P, BIAVATI B. (2010)** Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *Int J Food Microbiol* 141(Suppl 1):S15-28.
- GANTOIS I, DUCATELLE R, PASMANS F, HAESBROUCK F, HAUTEFORT I, THOMPSON A, HINTON JC, VAN IMMERSEEL F. (2006)** Butyrate specifically down-regulates *Salmonella* pathogenicity island 1 gene expression. *Appl Environ Microbiol* 72:946-949.

- GENOVESE KJ, ANDERSON RC, HARVEY RB, CALLAWAY TR, POOLE TL, EDRLINGTON TS, FEDORKA-CRAY PJ, NISBET DJ. (2003)** Competitive exclusion of *Salmonella* from the gut of neonatal and weaned pigs. *J Food Prot* 66:1353-1359.
- GIBSON GR Y ROBERFROID MB. (1995)** Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J Nutr* 125(6):1401-1412.
- HALAS V Y NOCHTA I. (2012)** Mannan oligosaccharides in nursery pig nutrition and their potential mode of action. *Animals* 2:261-274.
- JENSEN BB, HØJBERG O, MIKKELSEN LL, HEDEMAN S, CANIBE N. 2003.** Enhancing intestinal function to treat and prevent intestinal disease. 9th International Symposium on Digestive Physiology in Pigs, Alberta, Canada, (1):103-119.
- KOLLANOOR-JOHN A, MATTSON T, BASKARAN SA, AMALARADJOU MAR, HOAGLAND TA, DARRE MJ, KHAN MI, SCHREIBER DT, DONOGHUE AM, DONOGHUE DJ, VENKITANARAYANAN K. 2012.** Caprylic acid reduces *Salmonella* Enteritidis populations in various segments of digestive tract and internal organs of 3- and 6-week-old broiler chickens, therapeutically. *Poultry Science*, 91(7):1686-1694.
- LETELLIER A, MESSIER S, LESSARD L, QUESSY S. (2000)** Assessment of various treatments to reduce carriage of *Salmonella* in swine. *Canadian Journal of Veterinary Research-Revue Canadienne De Recherche Veterinaire* 64:27-31.
- LO FO WONG DMA, DAHL J, STEGE H, VAN DER WOLF PJ, LEONTIDES L, VON ALTROCK A, THORBERG BM. (2004)** Herd-level risk factors for subclinical *Salmonella* infection in European finishing-pig herds. *Prev Vet Med* 62: 253-266.
- LOH G, EBERHARD M, BRUNNER RM, HENNIG U, KUHLA S, KLEESSEN B, METGES CC. (2006)** Inulin alters the intestinal microbiota and short-chain fatty acid concentrations in growing pigs regardless of their basal diet. *J Nutr* 136:1198-1202.
- MARTIN-PELAEZ S, COSTABILE A, HOYLES L, RASTALL RA, GIBSON GR, LA ROIGONE RM, WOODWARD MJ, MATEU E, MARTIN-ORUE SM. (2010)** Evaluation of the inclusion of a mixture of organic acids or lactulose into the feed of pigs experimentally challenged with *Salmonella* Typhimurium. *Vet Microbiol* 142:337-345.
- MIKKELSEN LL, NAUGHTON PJ, HEDEMANN MS, JENSEN BB. (2004)** Effects of physical properties of feed on microbial ecology and survival of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium in the pig gastrointestinal tract. *Appl Environ Microbiol* 70(6):3485-3492.
- PAPENBROCK S, STEMME K, AMTSBERG G, VERSPOHL J, KAMPHUES J. (2005)** Investigations on prophylactic effects of coarse feed structure and/or potassium diformate on the microflora in the digestive tract of weaned piglets experimentally infected with *Salmonella* Derby. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 89:84-87.
- PIRES SM, DE KNEGT L, HALD T. (2011)** Scientific/technical report submitted to EFSA. Estimation of the relative contribution of different food and animal sources to human *Salmonella* infections in the European Union. National Food Institute, Technical University of Denmark, pp 25 -7. <http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/doc/184e.pdf>
- PIVA A, PIZZAMIGLIO V, MORLACCHINI M, TEDESCHI M, PIVA G. (2007)** Lipid microencapsulation allows slow release of organic acids and natural identical flavors along the swine intestine. *J Anim Sci* 85(2):486-493.
- ØVERLAND M, GRANLI T, KJOS NP, FJETLAND O, STEIEN SH, STOKSTAD M. (2000)** Effect of dietary formates on growth performance, carcass traits, sensory quality, intestinal microflora, and stomach alterations in growing-finishing pigs. *J Anim Sci* 78:1875-1884.
- SMIRICKY-TJARDES MR, GRIESHOP CM, FLICKINGER EA, BAUER LL, FAHEY GC, 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.
- TAUBE VA, NEU ME, HASSAN Y, VERSPOHL J, BEYERBACH M, KAMPHUES J. (2009)** Effects of dietary additives (potassium diformate/organic acids) as well as influences of grinding intensity (coarse/fine) of diets for weaned piglets experimentally infected with *Salmonella* Derby or *Escherichia coli*. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 93:350-358.
- TZORTZIS G, GOULAS AK, GEE JM, GIBSON GR. (2005)** A novel galactooligosaccharide mixture increases the bifidobacterial population numbers in a continuous in vitro fermentation system and in the proximal colonic contents of pigs in vivo. *J Nutr* 135:1726-1731.
- VAN DER WOLF PJ, WOLBERS WB, ELBERS AR, VAN DER HEIJDEN HM, KOPPEN JM, HUNNEMAN WA, VAN SCHIE FW, TIELEN MJ. (2001A)** Herd level husbandry factors associated with the serological *Salmonella* prevalence in finishing pig herds in The Netherlands. *Vet Microbiol* 78:205-219.
- VAN DER WOLF PJ, VAN SCHIE FW, ELBERS AR, ENGEL B, VAN DER HEIJDEN HM, HUNNEMAN WA, TIELEN MJ. (2001B)** Administration of acidified drinking water to finishing pigs in order to prevent salmonella infections. *Vet Quart* 23:121-125.
- VAN IMMERSEEL F, FIEVEZ V, DE BUCK J, PASMANS F, MARTEL A, HAESBROUCK F, DUCATELLE R. (2004)** Microencapsulated short-chain fatty acids in feed modify colonization and invasion early after infection with *Salmonella* Enteritidis in young chickens. *Poult. Sci* 83:69-74.
- VAN IMMERSEEL F, RUSSELL JB, FLYTHE MD, GANTOIS I, TIMBERMONT L, PASMANS F, HAESBROUCK F, DUCATELLE R. (2006)** The use of organic acids to combat *Salmonella* in poultry: a mechanistic explanation of the efficacy. *Avian Pathol* 35(3):182-188.
- VICO JP, ROL I, GARRIDO V, SAN ROMAN B, GRILLO MJ, MAINAR-JAIME RC. (2011)** Salmonellosis in finishing pigs in Spain: prevalence, antimicrobial agent susceptibilities, and risk factor analysis. *J Food Protect* 74(7): 1071-1078.
- VICO JP. (2012)** Salmonellosis porcina: situación epidemiológica, evaluación de métodos de diagnóstico serológicos y recomendaciones para la futura implantación de programas de vigilancia y control en España. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.
- VISSCHER CF, WINTER P, VERSPOHL J, STRATMANN-SELKE J, UPMANN M, BEYERBACH M, KAMPHUES J. (2009)** Effects of feed particle size at dietary presence of added organic acids on caecal parameters and the prevalence of *Salmonella* in fattening pigs on farm and at slaughter. *J Anim Physiol Anim Nutr* 93:423-430.
- VISSCHER CF, KLEIN G, VERSPOHL J, BEYERBACH M, STRATMANN-SELKE J, KAMPHUES J. (2011)** Serodiversity and serological as well as cultural distribution of *Salmonella* on farms and in abattoirs in Lower Saxony, Germany. *Int J Food Microbiol* 146:44-51.
- WITTE W. (1998)** Medical consequences of antibiotic use in agriculture. *Science* 279:996-997.