

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

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

¹ Agrogestiiic SL;

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

³ Facultad de Veterinaria (Universidad de Zaragoza)

Av. Tecnol. porc. XI (11): 34 - 45

Como ya se comentó en el capítulo anterior, en los últimos años se ha producido un interés creciente en el desarrollo de métodos alternativos a los antibióticos para el control de bacterias patógenas entéricas en el ganado. En ese capítulo se revisaron diversas estrategias alimentarias para el control de la salmonelosis porcina basadas tanto en la utilización de diferentes tipos de alimentación (harinas gruesas o alimentación líquida fermentada), como en la adición de determinados productos (prebióticos, probióticos y ácidos orgánicos) a la dieta de los cerdos.

Otra de las estrategias alimentarias que está adquiriendo gran interés para el control de *Salmonella* en las granjas porcinas es la utilización de diversos extractos naturales de plantas. Los extractos naturales de plantas han sido utilizados desde siglos para el tratamiento de un gran número de

procesos patológicos por su reconocida acción bactericida o bacteriostática, así como por sus efectos positivos sobre la palatabilidad y las secreciones digestivas. Existen además evidencias de su poder como inmunoestimulantes (Gallois *et al.*, 2009).

En este artículo también se discutirá la eficacia de los mananoglucosacáridos (MOS), productos naturales derivados de plantas o de levaduras, que podrían ser útiles para el control de esta infección en el ganado porcino.

EXTRACTOS NATURALES DERIVADOS DE PLANTAS (EDP)

Entre los EDP de mayor poder antimicrobiano destacarían los derivados de plantas del género *Allium* (ajo, cebolla y puerro) y los aceites esenciales (AE) procedentes principalmente del tomillo, orégano, clavo y canela (Peñalver *et al.*, 2005). Su efecto antimicrobiano ha motivado que desde hace años sean utili-



zados como conservantes alimentarios y para el tratamiento de algunas infecciones. Aunque su uso en producción animal no está muy extendido, se presentan como una de las alternativas más sólidas al uso de antibióticos al tener además como ventajas que se trata de productos inocuos para los animales, no presentan periodos de supresión previo al sacrificio de los animales y no generan residuos indeseados en los productos de origen animal.

Derivados de especies de *Allium*

Los principios activos de interés derivados del ajo (*Allium sativum*), de la cebolla (*Allium cepa*) y del puerro (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*) son el propil propano tiosulfinato (PTS) y el propil propano tiosulfonato (PTSO). Se trata de compuestos organosulfurados obtenidos a partir de la descomposición de compuestos iniciales presentes en el bulbo de estas plantas denominados aliína y alicina. Estos compuestos han mostrado una significativa actividad antibacteriana en estudios preliminares *in vitro* (Arandilla *et al.*, 2010; Hidalgo *et al.*, 2010; Ruiz *et al.*, 2010). También se ha observado cierta mejora en los rendimientos productivos en lechones cuando se utilizaba una dosis de 50-100 ppm durante 28 días (Morales *et al.*, 2010). Es de destacar que la alicina ha demostrado tener no sólo un efecto antibacteriano sino también antifúngico, antiparasitario y antiviral (Harris *et al.*, 2001) y se utiliza como suplemento en nutrición humana por sus numerosas propiedades (antioxidante, hipolipemiente, antiaterogénica, etc.). Estos extractos de las especies de *Allium*

ejercen su efecto antimicrobiano tanto frente a bacterias Gram-positivas como Gram-negativas. El mecanismo de acción parece que tendría que ver con su capacidad para inhibir la síntesis de ARN (Feldberg *et al.*, 1988).

Aunque hay estudios *in vitro* que han mostrado la actividad de estos extractos de ajo frente a aislados de *Salmonella* (Arandilla *et al.*, 2010), y existen también estudios de campo que muestran su efecto modulador de la microbiota de las aves, inhibiendo las bacterias de la familia Enterobacteriaceae y estimulando el desarrollo de grupos considerados beneficiosos como *Enterococcus* spp., *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* spp. (Coscojuela *et al.*, 2011), son escasos los estudios de campo realizados en porcino. Por ello, el equipo dirigido por el Dr. Mainar Jaime de la Universidad de Zaragoza ha iniciado una serie de pruebas de campo para determinar su utilidad para el control de la salmonelosis porcina. Los trabajos

están siendo financiados por el INIA (Ref. RTA2012-24).

En un primer ensayo se evaluó el efecto de un producto comercial basado en estos principios activos PTS y PTSO (PTS/PTSO) derivados del bulbo de ajo y de la cebolla. El ensayo se realizó en una nave comercial de cebo en el que la mitad de los animales fueron alimentados con una dieta basal para el cebo de cerdos (grupo control -GC-) y la otra mitad con la misma dieta adicionada de PTS/PTSO (1kg/t pienso) durante todo el cebo y hasta que los animales eran enviados a matadero (grupo tratamiento -GT-). Se tomaron muestras de suero y heces durante el tiempo que los animales estuvieron en la granja. Tras el sacrificio se analizaron también heces, nódulos linfáticos mesentéricos (NLM) y suero de unos 50 animales de cada grupo. A pesar de que el GT inició la prueba con unos niveles de infección por *Salmonella* spp. superiores al GC, se observó que el por-

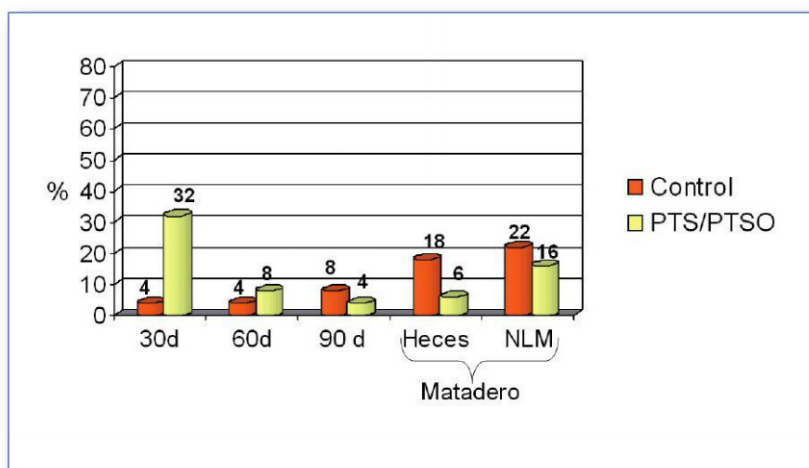


Figura 1. Porcentaje medio de animales positivos a *Salmonella* spp. durante el cebo (muestras fecales después de 30, 60 y 90 días) y, tras el sacrificio, muestras de nódulos linfáticos mesentéricos (NLM) y muestras fecales (ISO 6579: 2002).

centaje de cerdos excretando fue disminuyendo paulatinamente en el GT mientras se incrementó en el GC (Figura 1). Al mismo tiempo que los niveles de seroconversión en el GT se mantuvieron constantes, mientras que fue claramente creciente en el GC (Figura 2), sugiriendo todos estos resultados un cierto efecto protector de los extractos del ajo frente a la infección por *Salmonella* spp.

Los resultados de este primer estudio sugieren que este producto natural a la dosis utilizada podría resultar eficaz para el control de la excreción de *Salmonella* spp. en los cebaderos de porcino en las condiciones en las que se utilizó. Sin embargo, son necesarios

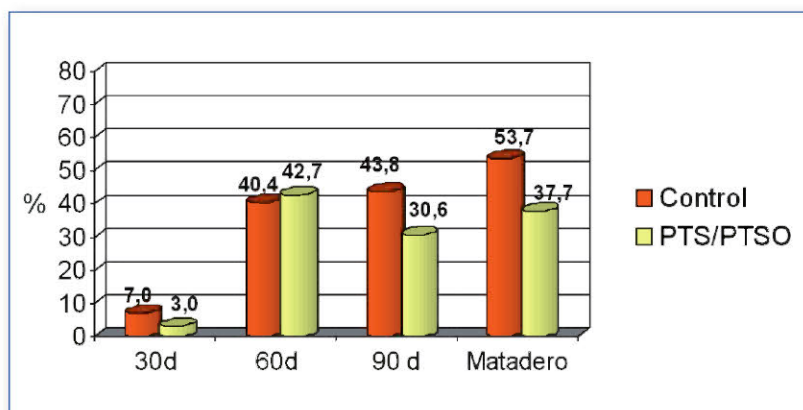


Figura 2. Porcentaje medio de animales positivos a *Salmonella* spp (DO \geq 40%) durante el cebo (30, 60 y 90 días) y previo al sacrificio. (Herdcheck Swine *Salmonella*, Laboratorios IDEXX)

nuevos ensayos con diferentes dosis y protocolos de actuación para

determinar las pautas de tratamiento más adecuadas.

molimen
energía de la nutrición

**Especialistas
en nutrición**

www.molimen.com
info@molimen.com

Molimen
pasión por la nutrición

Aceites esenciales de plantas

Los aceites esenciales (AE) son esencias volátiles extraídas de plantas aromáticas por medio de vapor, destilación, prensado o extracción con disolventes. El mecanismo de acción de los AE no está bien definido ya que, al ser una mezcla compleja de distintos compuestos volátiles de distinta naturaleza química, es muy probable que su actividad antimicrobiana se deba a la combinación de varios efectos. En general, parece que actúan alterando la membrana citoplasmática bacteriana, aumentando su permeabilidad, lo que conlleva a la salida de iones y la muerte celular (de Lange *et al.*, 2010). Sus efectos mejoran con niveles bajos de pH y oxígeno (Burt, 2004), condiciones promovidas por lactobacilos y otras bacterias intestinales.

Aunque muchos de los estudios realizados concluyen que los AE son más eficaces frente a bacterias Gram positivas que frente a Gram negativas, lo que podría asociarse con la interacción de los AE con las diferentes estructuras de la pared celular, otros estudios observan un mayor efecto inhibitorio en las bacterias Gram negativas. Estas diferencias entre estudios podrían deberse a la diversidad y proporción de cada uno de los compuestos que forman parte de los diferentes AE, que dependería de factores tales como la variedad vegetal y del órgano de la planta (raíz, hojas, flores), del estado de maduración, de las condiciones de cultivo y extracción, y de su forma de almacenamiento. Además de la acción de los compuestos mayoritarios presentes en los AE, parece haber evidencias de que aquellos que se encuentran en menor proporción podrían así mismo jugar

un papel fundamental en la actividad antimicrobiana por un efecto sinérgico entre ellos (Lahlou 2004).

Existen numerosos trabajos que describen el efecto beneficioso de los AE sobre los rendimientos productivos y el ambiente intestinal de los animales. Se ha observado una mejora en la digestibilidad (estimulan la actividad enzimática), en la producción y en el índice de conversión (Hernández *et al.*, 2004), además de una reducción en la presencia de *E. coli* y de *C. perfringens* y un aumento de *Lactobacillus* spp. en broilers alimentados con dietas suplementadas con aceites esenciales (Jamroz *et al.*, 2005). Así mismo, la administración de AE de clavo en el pienso de aves también reduciría significativamente la excreción fecal de *Salmonella* (Huerta *et al.*, 2005). En porcino son escasos los trabajos que valoren *in vivo* el efecto de estos compuestos en la excreción de *Salmonella*. La mayoría son ensayos experimentales realizados con el objetivo principal de determinar mejoras en los rendimientos productivos en lechones destetados y modificaciones de la microbiota intestinal. Hay que destacar también que a veces estos aditivos han mostrado una gran efectividad en experimentos *in vitro* que no se ha trasladado a las pruebas *in vivo* (de Lange *et al.*, 2010). Así, el uso de timol al 1% no redujo el recuento cecal de *Salmonella* spp. en cerdos (Janczyk, 2008), pero fue efectivo en la reducción de *Salmonella* spp. *in vitro* (Burt, 2004).

Estos resultados, aunque esperanzadores, no indican con claridad si la adición de estos productos tendría o no un efecto sobre la prevalencia de infección/

excreción en cerdos que llegan a matadero. Varias razones podrían explicar la ausencia de resultados más concluyentes cuando se han utilizado estos aditivos para el control de infecciones bacterianas en animales sometidos a infecciones experimentales. Por un lado, se han estudiado principalmente en lechones destetados y durante periodos reducidos (inferiores generalmente a 3-4 semanas) lo que impide determinar su efecto a más largo plazo (en un cebadero la exposición a *Salmonella* spp. puede ser continua durante 4 meses) y además sobre animales con sistemas inmunitarios más desarrollados. Por otro, la aplicación de infecciones experimentales implica la utilización de altas dosis de desafío (generalmente mayores que las observadas en condiciones naturales), lo que podría requerir de concentraciones muy superiores del producto para poder observar su eficacia (Palavecino, 1997), a pesar del potencial efecto preventivo que estos productos puedan tener en otros escenarios con menor presión de infección. Estos resultados contradictorios también podrían explicarse por la facilidad con que estos compuestos son absorbidos en el animal vivo, lo que les impide alcanzar los lugares diana del tracto gastrointestinal (tramo distal) donde ocurre mayoritariamente la adhesión, colonización y translocación de *Salmonella* al organismo (de Lange *et al.*, 2010).

Para proteger estos compuestos de las condiciones adversas del tracto gastrointestinal (acidez estomacal, etc.) y evitar su absorción temprana se utilizan técnicas de microencapsulación, basadas en la protección mediante una membrana semi-permeable, esfé-

rica, delgada y fuerte que permite liberar su contenido a velocidades y condiciones específicas (Parra-Huertas, 2010). Además, así se protege al producto encapsulado de la luz, presión, temperatura, humedad y oxígeno y se previene su volatilidad. En el caso de los AE, la principal ventaja de la micro encapsulación es la disolución lenta del producto a su paso por el tracto gastrointestinal del animal, garantizando la liberación progresiva de la sustancia activa hacia los tramos distales del intestino con el fin de prevenir esa adhesión y posterior translocación de *Salmonella* al organismo.

En resumen, ciertos EDP podrían prevenir las infecciones bacterianas en cerdos de cebo mediante mecanismos diferentes a los utilizados por los antibióticos, reduciendo la habilidad de los patógenos para desarrollar resistencias. No obstante se requieren más estudios en condiciones naturales de explotación sobre animales mayores y períodos de tratamiento más largos que evalúen la eficacia de estos AE para el control de la salmonelosis porcina.

MANANOLIGOSACARIDOS (MOS)

Como se comentaba en el capítulo anterior, los manano oligosacáridos (MOS) son oligosacáridos no digeribles que podrían emplearse como alternativa al uso de antibióticos como promotores del crecimiento (Davis *et al.*, 2002; Castillo *et al.*, 2008). Pertenecerían al grupo de las nutricinas, ya que no son nutrientes directos ni de la flora intestinal ni del animal (Adams, 2000), por ello, y aunque puedan ejercer un efecto beneficioso sobre la salud



y el metabolismo, no deberían ser considerados prebióticos.

El principal efecto antimicrobiano de los MOS se basaría en su capacidad para unirse a lectinas manosa-específicas de las fimbrias Tipo-1 expresadas por patógenos Gram-negativos (Borowsky *et al.*, 2009), bloqueando así la adhesión de la bacteria al enterocito y evitando la consecuente colonización (Becker y Galletti 2008). Esta capacidad de unión puede, sin embargo, ser muy variable ya que los MOS pueden proceder de fuentes muy diversas (semillas de la palma de aceite y del algarrobo, granos de café, levaduras, etc.), presentan una variada composición biológica y son procesadas de formas muy diferentes (Spring 1999; Becker y Galletti 2008). Por todo ello, se hace necesario que cada producto sea bien caracterizado y probado individualmente para determinar su verdadera eficacia para el control de la salmonelosis porcina.

Además de esta capacidad de unión con enteropatógenos, los MOS también actuarían mejo-

rando la salud del tracto gastrointestinal y modulando la respuesta inmunitaria del animal. Una ventaja adicional de los MOS es que sus funciones no se ven afectadas por los tratamientos térmicos, lo que permite su empleo en el pienso granulado (Hoge 2004).

Existen diversos estudios acerca del efecto de los MOS sobre la prevalencia o eliminación de *Salmonella* en los animales. En el caso de las aves, Oyofó *et al.*, (1989a), en estudios realizados *in vitro*, observaron que las moléculas de manosa inhibían la adhesión de *S. Typhimurium* en el intestino de broilers. Más tarde comprobaron que la administración de manosa en el agua de bebida reducía la colonización del ciego de estas aves por *S. Typhimurium* (Oyofó *et al.*, 1989b). También se ha observado que la administración a gallinas de dietas suplementadas con MOS provocaría un aumento de bifidobacterias en el tracto digestivo, o la vez que disminuiría el número de enterobacterias, y en pollos reduciría

Tabla 1: Estudios realizados con mananoligosacáridos (MOS) frente a *Salmonella* y otras enterobacterias

Tipo de ensayo	Tratamiento (concentración final)	Duración	Fase	Resultados obtenidos	Referencia
Clínico	MOS- <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (3%)	4 sem	Lechones destetados	Tras infección experimental con <i>E. coli</i> K88 el día 28: - menores recuentos de coliformes fecales - aumento de lactobacilos - aumento niveles de IgG en suero	White <i>et al</i> (2002)
Clínico	<ul style="list-style-type: none"> MOS-pared celular <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (0,2%) MOS-productos fermentación <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (0,1%) 	5 sem	Lechones destetados	No se observaron diferencias en la concentración de coliformes fecales	Hancock <i>et al</i> (2003)
Clínico	MOS- <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (1500 ppm)	4 sem	Lechones destetados	No se observó un efecto sobre la eliminación de <i>Salmonella</i> en heces	Burkey <i>et al</i> (2004)
Clínico	<ul style="list-style-type: none"> MOS-pared celular <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (0,125%) MOS-pared celular (0,125%) + productos fermentación (0,2%) <i>Saccharomyces cerevisiae</i> 	5 sem	Lechones destetados	No se observó ninguna mejoría respecto al grupo no tratado	van der Peet-Schwering <i>et al</i> (2007)
Clínico	MOS- <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (0,2%)	5 sem	Lechones destetados	Disminuyeron los recuentos de enterobacterias	Castillo <i>et al</i> (2008)
Clínico	MOS- <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (0,2%)	4 sem	Engorde	Tras infec. experimental con <i>S. Typhimurium</i> , se observó una tendencia a disminuir la excreción de <i>Salmonella</i> en heces	Calveyra <i>et al</i> (2012)

la colonización intestinal por *Salmonella* (Fernández *et al.*, 2000; Spring *et al.*, 2000; Fernández *et al.*, 2002).

En el caso de las cerdos, los resultados de los distintos estudios, tanto en el rendimiento productiva de los animales como en el efecto antimicrobiano, son a menudo contra-

dictarios. Kim *et al.* (2000) observaron que la ganancia de peso y la ingesta eran mayores en cerdos destetados alimentados con MOS. Del mismo modo, Davis *et al.* (2002) encontraron que los MOS eran eficaces como promotores del crecimiento. Sin embargo, otros autores no observaron ningún efecto positivo en el crecimen-

to de los animales (Ko *et al.*, 2000; White *et al.*, 2002).

En cuanto al efecto antimicrobiano, mientras unos autores sugieren que la suplementación de la dieta de lechones con MOS es capaz de reducir las bacterias patógenas presentes en el tracto digestivo (White *et al.*, 2002; Castillo *et al.*, 2008), así

como la excreción de *S. Typhimurium* (Calveyra *et al.*, 2012) otros, sin embargo, no encuentran un efecto positivo en la adición de MOS sobre la población de potógenos intestinales (Hancock *et al.*, 2003; von der Peet-Schwering *et al.*, 2007). Estas diferencias observadas en cuanto al efecto antimicrobiano de los MOS en los distintos estudios, podrían deberse a varios factores. Por un lado, o los diferentes productos y dosis empleadas (Gaggia *et al.*, 2010). Por otro, tal como se indicó anteriormente, tendría que ver con el diseño de los estudios, realizados principalmente sobre lechones recién destetados (con un sistema inmunitario inmaduro), durante cortos períodos de tiempo (alrededor de cuatro semanas) (Burkey *et al.*, 2004; Castillo *et al.*, 2008) y, a menudo, utilizando infecciones experimentales con dosis infectantes muy superiores a las observadas en condiciones naturales (Calveyra *et al.*, 2012). En la Tabla 1 se presenta un resumen de algunos de los estudios realizados

con MOS frente a *Salmonella* y otros enteropatógenos.

Dada esta situación, nuestro equipo se planteó hacer un estudio de campo, y que resumimos a continuación, para tratar de comprobar *in vivo* la eficacia de diferentes concentraciones de un galactomanano oligosacárido, concretamente un β -galactomanano (β -GMOS) sobre la infección y excreción de *Salmonella* en cerdos de cebo durante todo el período de engorde.

El β -GMOS empleado se obtiene de la semilla del algarrobo (*Ceratonia siliqua*) y su molécula consiste en una larga cadena de manosas α -(1-4) a las que se les unen unidades de galactosa por enlaces α -(1-6) con un ratio galactosa/manosa de 1:4 (Warrand 2006). El efecto bloqueante sobre *Salmonella* de este β -GMOS ya ha sido demostrado experimentalmente sobre células del epitelio intestinal de cerdo (Badia *et al.*, 2012). Además, estudios experimentales previos en lechones demostraron que la ad-

ministración de este producto estimula la producción de TLR2 e IgA, lo que mejoraría la inmunidad local (Bodio *et al.*, 2009).

El estudio se realizó en un pequeño cebadero comercial donde se probaron tres dosis distintas (0,5, 3 y 2 kg de β -GMOS por tonelada de pienso) a través de tres ensayos de campo independientes. El β -GMOS se administró a los animales durante todo el período de engorde. Tras el sacrificio se analizaron nódulos linfáticos mesentéricos (NLM) y heces para estimar la prevalencia de infección y excreción respectivamente (Andrés-Barranco *et al.*, 2014). Los resultados obtenidos permitieron demostrar que la adición al pienso de dosis superiores a 2 kg/t de este β -GMOS disminuía significativamente la prevalencia de infección por *Salmonella* y la de excreción del patógeno a la llegada de los cerdos al matadero. Los niveles de reducción de la prevalencia eran directamente proporcionales a la dosis administrada, aumentando cuando aumentó la dosis (Figura 3).

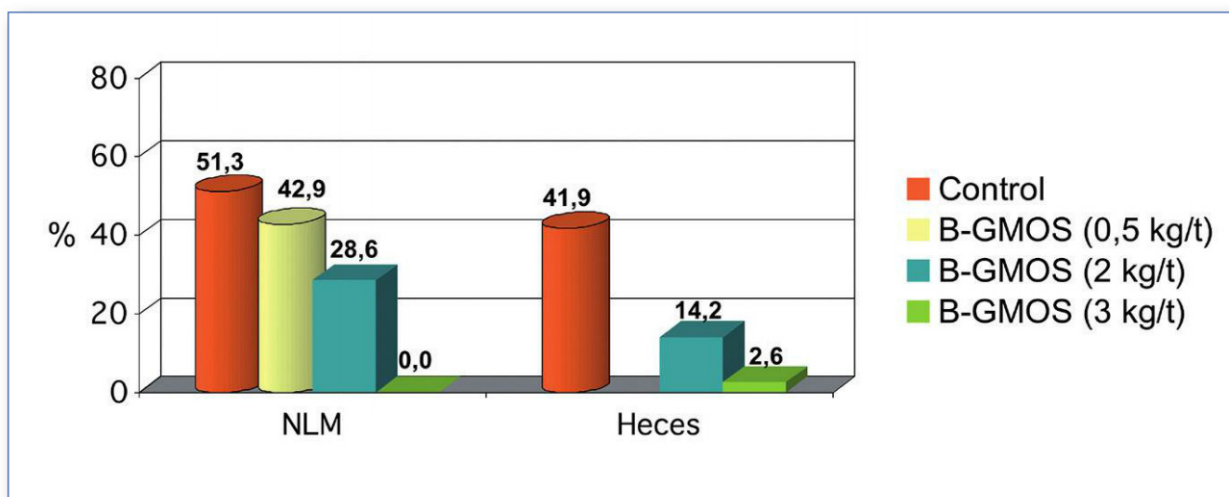


Figura 3. Porcentaje medio de animales positivos a *Salmonella* spp. en nódulos linfáticos mesentéricos (NLM) y muestras fecales tras la adición de diversas concentraciones de β -GMOS al pienso de los cerdos de cebo (Nota: no se analizaron las heces en el ensayo con la dosis de 0,5 kg/t). (ISO 6579: 2002)

Los resultados de este estudio evidencian que este galactomano podría ser efectivo frente a la infección por *Salmonella* en cerdos de engorde y por lo tanto, utilizarse como una herramienta complementaria para su control en las granjas junto con unas buenas medidas de higiene y bioseguridad. Estudios futuros permitirán determinar la dosis más apropiada (en función de un análisis coste-beneficio) y los períodos de administración más adecuados (en función de la dinámica de infección en las explotaciones).

CONCLUSIONES

Como se ha visto a lo largo de estos dos artículos, son numerosas las posibles alternativas existentes para el control de *Salmonella* en las explotaciones porcinas sin necesidad de recurrir al uso de antibióticos. Numerosos ensayos *in vitro* demuestran el potencial de los probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos, extractos derivados de plantas, etc. Sin embargo la inherente dificultad para llevar a cabo ensayos de campo que confirmen los resultados experimentales, especialmente cuando se trata de una infección tan variable, lastran las expectativas puestas en ellos y por lo tanto la confianza en su utilización. No obstante, la necesidad de desarrollar una producción ganadera sostenible garantiza la continuidad de este tipo de estudios, lo que sin duda contribuirá a aclarar la situación sobre la eficacia de estos productos.

BIBLIOGRAFIA

- 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.
- ANDRES-BARRANCO S, VICO JP, GRILLO MJ, MAINAR-JAIME RC. (2014) Effect of dietary supplementation with a β -galactomannan oligosaccharide on subclinical *Salmonella* infection in pigs at slaughter. *J Appl Microbiol* (en prensa).
- ARANDILLA E, ARGUELLO H, HIDALGO A, OSORIO J, CARVAJAL A, RUBIO P. (2010) *In vitro* evaluation of a commercial extract of *Allium sativum* against *Salmonella* isolates of swine origin. International Conference on Antimicrobial Research (ICAR) November 3-5, Valladolid, Spain.
- BADIA R, ZHANG B, LIZARDO R, MARTINEZ P, BADIOLA I, BRUFAU J. (2009) The influence of Carob bean gum on *Salmonella* prevalence of piglets experimentally infected with *S. Typhimurium*. XI International Symposium on Digestive Physiology of Pigs, Montbrío del Camp, Spain. Book of Abstracts: p. 124, Abstract 4.20.
- BADIA R, BRUFAU MT, GUERRERO-ZAMORA AM, LIZARDO R, DOBRESCU I, MARTIN-VELEGAS R, FERRER R, SALMON H, MARTINEZ P, BRUFAU J. (2012) β -Galactomannan and *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* modulate the immune response against *Salmonella* enterica serovar *Typhimurium* in porcine intestinal epithelial and dendritic cells. *Clin Vaccine Immunol* 19(3):368-376.
- BECKER PM Y GALLETTI S. (2008) Food and feed components for gut health-promoting adhesion of *E. coli* and *Salmonella* enterica. *J Sc Food Agric* 88:2026-2035.
- BOROWSKY L, CORCAO G, CARDOSO M. (2009) Mannan oligosaccharide agglutination by *Salmonella* enterica strains isolated from carrier pigs. *Braz J Microbiol* 40:458-464.
- BURKEY TE, DRITZ SS, NIETFIELD JC, JOHNSON BJ, MINTON JE. (2004) Effect of dietary mannan oligosaccharide and sodium chlorate on the growth performance, acute-phase response, and bacterial shedding of weaned pigs challenged with *Salmonella* enterica serotype *Typhimurium*. *J Anim Sci* 82:397-404.
- BURT S. (2004) Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *Int J Food Microbiol* 94:223-253.
- CALVEYRA JC, NOGUEIRA MG, KICH JD, BIESUS LL, VIZZOTTO R, BERNO L, COLDEBELLA A, LOPES L, MORES N, LIMA GJ, CARDOSO M. (2012) Effect of organic acids and mannan oligosaccharide on excretion of *Salmonella typhimurium* in experimentally infected growing pigs. *Res Vet Sci* 93:46-47.
- CASTILLO M, MARTIN-ORUE SM, TAYLOR-PICKARD JA, PEREZ JF, GASA J. (2008) Use of mannan oligosaccharides and zinc chelate as growth promoters and diarrhea preventative in weaning pigs: Effects on microbiota and gut function. *J Anim Sci* 86:94-101.
- COSCOJUELA P, ARANDILLA E, ÁLVAREZ C, GUILLAMON E, BANOS A, LOPEZ R. (2011) Evaluation of the activity of two garlic compounds (PTS and PTSO) and its commercial preparation against *Salmonella* enteric in laying hens. Proceedings of the 15th Congress of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition. September 14-16, Zaragoza, Spain. p. 37.
- DAVIS ME, MAXWELL CV, BROWN DC, DE RODAS BZ, JOHNSON ZB, KEGLEY EB, HELLWIG DH, DVORAK RA. (2002) Effect of dietary mannan oligosaccharides and/or pharmacological additions of copper sulfate on growth performance and immunocompetence of weanling and growing/finishing pigs. *J Anim Sci* 80:2887-2894.
- 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.
- FELDBERG RS, CHANG SC, KOTIK AN, NADLER M, NEUWIRTH Z, SUNDBLUM DC, THOMPSON NH. (1988). *In vitro* mechanism of inhibition of bacterial cell growth by allicin. *Antimicrob Agents Chemother* 32:1763-1768.
- FERNANDEZ F, HINTON M, VAN GILS B. (2000) Evaluation of the effect of mannan-oligosaccharides on the competitive exclusion of *Salmonella Enteritidis* colonization in broiler chicks. *Avian Pathol* 29:575-581.
- FERNANDEZ F, HINTON M, VAN GILS B. (2002) Dietary mannan-oligosaccharides and their effect on chicken caecal microflora in relation to *Salmonella Enteritidis* colonization. *Avian Pathol* 31:49-58.
- 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.
- GALLOIS M, ROTHKOTTER HJ, BAILEY M, STOKES CR, OSWALD IP. (2009) Natural alternatives to in-feed antibiotics in pig production: can immunomodulators play a role? *Animal* 3(12):1644-1661.
- HANCOCK JD, JONES CL, STARKEY CW. (2003) Mannan oligosaccharides in diets for nursery pigs. Disponible online: <http://hdl.handle.net/2097/2116>
- HARRIS JC, COTTRELL S, PLUMMER S, LLOYD D. (2001) Antimicrobial properties of *Allium sativum* (garlic). *Appl Microbiol Biotechnol* 57(3):282-286.
- HERNANDEZ F, MADRID J, GARCIA V, ORENDO J, MEGIAS MD. (2004) Influence of two plants extracts on broilers performance, digestibility and digestive organ size. *Poult Sci* 83(2):169-174.
- HIDALGO A, OSORIO J, ARGUELLO H, CARVAJAL A, RUBIO P. (2010) Activity of propyl propane thiosulfonate and propyl propane thiosulfonate against *Brachyspira hyodysenteriae* field isolates. Proceedings of the 21st International Pig Veterinary Society (IPVS), July 18-21, Vancouver, Canada. p. 739.
- HOOGE DM. (2004) Meta-analysis of broiler chicken pen trials evaluating dietary mannan oligosaccharide, 1993-2003. *Poult Sci* 3:163-174.

HUERTA B, PONSA F, ORDONEZ G, FERNANDEZ N, PENALVER P. (2005) Estudio de eficacia de aceites esenciales ante una infección experimental de *Salmonella Enteritidis* en gallinas ponedoras en producción. XLII Symposium de Avicultura Científica. Cáceres, España.

JAMROZ D, WILICZKIEWICZ A, WERTELECKI T, ORDA J, SKORUPINSKA J. (2005) Use of active substances of plant origin in chicken diets based on maize and locally grown cereals. Br Poult Sci 46(4):485-493.

JANCZYK P, TREVISI P, SOUFFRANT WB, BOSI P. (2008) Effect of thymol on microbial diversity in the porcine jejunum. Int J Food Microbiol 126(1-2):258-261.

KIM JD, HYUN Y, SOHN KS, KIM T J, WOO HJ, HAN IK. (2000) Effects of mannanoligosaccharide and protein levels on growth performance and immune status in pigs weaned at 21 days of age. Korean J Animal Sci 42(4):489-498.

KO TG, KIM JD, BAE SH, HAN YK, HAN IK. (2000) Study for the development of antibiotics-free diet for weanling pigs. Korean J Anim Sci 42(1):37-44.

LAHLOU M. (2004) Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. Phytother Res 18:435-448.

MORALES J, LOPEZ R, COSCOJUELA P, PINEIRO C. (2010) Effect of garlic extract (Garlicon) on piglet productive performance in the nursery period. J Anim Sci Vol. 88, E-Suppl. 2/J Dairy Sci Vol. 93, E-Suppl. 1/Poult Sci Vol. 89, E-Suppl. 1

OYOFO BA, DOVEKEY RE, NORMAN JO, MOLLENHAUER HH, ZIPRIN RL, CORRIER DE, DELOACH JR. (1989A). Inhibition by mannose of *in vitro* colonization of chicken small intestine by *Salmonella typhimurium*. Poultry Sci 68:1351-1356.

OYOFO BA, DELOACH JR, CORRIER DE, NORMAN JO, ZIPRIN RL, MOLLENHAUER HH. (1989B) Prevention of *Salmonella typhimurium* colonization of broilers with D-mannose. Poultry Sci 68:1357-1360.

PALAVECINO E. (1997) Interpretación de los estudios de susceptibilidad antimicrobiana. Boletín Escuela de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile, 26: 156-60.

PARRA-HUERTAS RA. (2010) Microencapsulación de alimentos. Rev Fac Nal Agr, 63(2):5669-84

PENALVER P, HUERTA B, BORGE C, ASTORGA R, ROMERO R, PEREA A. (2005) Antimicrobial activity of five essential oils against origin strains of the Enterobacteriaceae family. APMIS 113(1):1-6.

RUIZ R, GARCIA MP, LARA A, RUBIO LA. (2010) Garlic derivatives (PTS and PTS-O) differently affect the ecology of swine faecal microbiota *in vitro*. Vet Microbiol 144:110-117.

SPRING P. (1999). Mannanligosaccharides as an alternative to antibiotic use in Europe. Zootechnica Int 22:38-41.

SPRING P, WENK C, DAWSON KA, NEWMAN KE. (2000) The effects of dietary mannanligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of *Salmonella*-challenged broiler chicks. Poultry Sci 7:205-211.

VAN DER PEET-SCHWERING CM, JANSMAN AJ, SMIDT H, YOON I. (2007) Effects of yeast culture on performance, gut integrity, and blood cell composition of weanling pigs. J Anim Sci 85: 3099-3109.

WARRANT J. (2006) Healthy polysaccharides. Food Technol Biotechnol 44(3):355-370.

WHITE LA, NEWMAN MC, CROMWELL GL, LINDEMANN MD. (2002) Brewers dried yeast as a source of mannan oligosaccharides for weanling pigs. J Anim Sci 80:2619-2628.

Un nuevo enfoque en Sanidad animal y Seguridad alimentaria

FORMACIÓN

Cursos especializados en nuestro campus virtual.

 **CAMPUSAL**
Campus de la Sanidad y Seguridad Alimentaria

MARKETING Y COMUNICACIÓN

La agencia de publicidad del sector.

CONSULTORÍA

Control de la salmonelosis porcina.
Diseño e interpretación de pruebas de campo y estudios epidemiológicos.



AGROGESTIIC

Seguridad alimentaria de la granja a la mesa

Síguenos en:



Contáctenos y verá todo lo que podemos hacer para su negocio: info@agrogestiic.es · www.agrogestiic.es