

MONOGRÁFICO

Salmonelosis Porcina



Salmonelosis Porcina: situación epidemiológica actual

*Lucas Domínguez Rodríguez, M^a Concepción Porrero
y Sonia Téllez*

Salmonelosis Porcina: factores de riesgo y medidas
de control

Eva Creus

Infecciones por *Salmonella* en el cerdo

Pedro Rubio Nistal

Salmonelosis Porcina: casos clínicos

*Victoriano Fernández Benito, Javier Velasco Diego,
Antonio Benito Martín y Miryam Nieto García*

Salmonelosis Porcina: situación epidemiológica actual

Lucas Domínguez Rodríguez, M^a Concepción Porrero y Sonia Téllez

Laboratorio de Vigilancia Sanitaria (Visavet).

Dpto. Sanidad Animal.

Facultad de Veterinaria.

Universidad Complutense

Entre las zoonosis de etiología bacteriana la Salmonelosis ocupa el lugar más destacado. El control en las granjas porcinas resulta de vital importancia para evitar alteraciones sanitarias. Resulta imprescindible, según estos autores, implicar a todos los sectores para poder eliminar este agente de toda la cadena alimentaria.

Género *Salmonella*

Conforme al manual de Bergey (2000), *Salmonella* es un género de bacterias perteneciente a la familia *Enterobacteriaceae*. Está formado por bacilos cortos Gram-negativos, no esporulados, anaerobios facultativos y móviles, en su mayoría, siendo estas características importantes para su cultivo e identificación. Se encuentran ampliamente distribuidos por la naturaleza, son bastante resistentes a las condiciones ambientales y muy poco exigentes en sus requisitos nutricionales lo que les permite un rápido crecimiento y capacidad de colonización de ambientes muy diversos, entre ellos el agua y los alimentos.

Son habitantes frecuentes del intestino de los vertebrados, incluyendo el hombre, y característicamente se comportan como parásitos intracelulares facultativos. En los individuos infectados originan procesos que cursan habitualmente con diarreas. No obstante en ocasiones pueden causar graves septicemias y producir la muerte. Son extraordinariamente frecuentes, así mismo,

los procesos subclínicos con estados de portador asintomático.

El hecho de que puedan vivir y multiplicarse tanto en el medio ambiente, de forma libre, como en los animales e incluso en el interior de las células les confiere una extraordinaria capacidad de adaptación y ubicuidad.

Nomenclatura

La nomenclatura en este género ha sido tema de controversia y confusión, siendo modificada en numerosas ocasiones. Actualmente, y basándose en estudios moleculares se considera que el género está formado por tres especies, *Salmonella enterica*, *Salmonella bongori* y *Salmonella subterranea* (2005). A su vez, *Salmonella enterica* engloba seis subespecies: *enterica* (I), *salamae* (II), *arizonae* (IIIa), *diarizonae* (IIIb), *houstenae* (IV) e *indica* (VI). Los microorganismos de este género que más frecuentemente afectan a los animales domésticos y al hombre se engloban dentro de *Salmonella enterica* subsp. *enterica*.

La vía más frecuente de entrada es la oral, pero también se ha descrito la infección a través de mucosas (conjuntiva, mucosa respiratoria...), soluciones de continuidad y por inhalación.

Acción patógena

La naturaleza de la acción patógena de *Salmonella* depende de numerosos factores, como el serovar, la cepa, la dosis infectiva, la vía de penetración, la naturaleza del vehículo de la bacteria y el estatus del hospedador.

Actualmente en nuestro sistema de producción, la mayoría de los animales infectados se comportan como excretores subclínicos, apareciendo la enfermedad en los animales domésticos con escasa frecuencia. La excreción de *Salmonella* en heces no se realiza de una forma continuada, sino que se produce intermitentemente, en picos de eliminación, lo que hace difícil la detección de portadores.

Epidemiología

En la epidemiología de *Salmonella* intervienen multitud de factores interdependientes que determinan la presencia de esta bacteria en el medio ambiente, facilitando la circulación de modo directo o indirecto entre todos los eslabones de la cadena de producción de alimentos. Esta complejidad es responsable de la ubicuidad de estos agentes y de la dificultad de su lucha y control (Figura 1).

¿Por qué es importante su control?

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define las zoonosis como aquellas enfermedades transmisibles de forma natural entre el hombre y los animales. Entre las zoonosis de etiología bacteriana más importantes, la Salmonelosis ocupa un lugar destacado, debido tanto a sus múltiples formas clínicas como a las repercusiones que en materia de Salud Pública tiene la aparición de brotes de esta enfermedad. Si observamos la clasificación emitida por la OMS (OMS, enero de 2002), cita la Salmonelosis como la toxiinfección alimentaria que causa la mayoría de los problemas en prácticamente todo

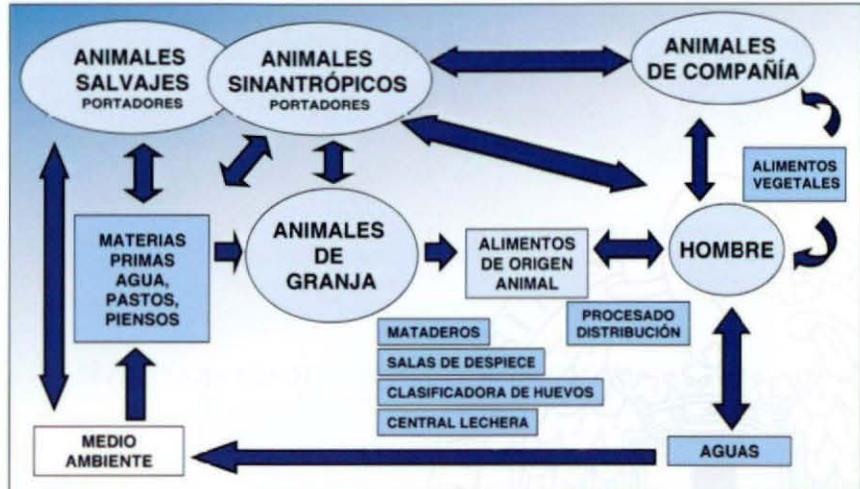


Figura 1. Ciclo epidemiológico de *Salmonella* spp.

el mundo, seguida de la Campilobacteriosis y el Cólera.

Se estima que en todo el mundo se producen anualmente no menos de 1.300 millones de casos de Salmonelosis no tifoideas y 16,6 millones de casos de Fiebre Tifoidea, lo que proporciona una estimación global de un problema con una magnitud impresionante, muy difícil de calcular en cuanto a sus repercusiones económicas. También es importante señalar que estos datos no representan más que una aproximación al problema, pues se reconoce que la mayoría de los casos no se comunican y, por lo tanto, no se declaran, al menos oficialmente.

En Estados Unidos se ha estimado que por cada caso de Salmonelosis que se denuncia hay otros 29,5 casos en los que no se hace, niveles que con pocas oscilaciones serían aplicables también a otros países desarrollados, incluyendo el nuestro.

Según el Boletín Epidemiológico de la Comunidad de Madrid (BECM nº 3 vol. 10, marzo 2004) *Salmonella* fue el agente etiológico detectado en el 91,3% de los brotes de toxiinfecciones alimentarias diagnosticados en humana en 2003 en dicha comunidad.

En la Unión Europea este hecho preocupa cada vez más a las autoridades sanitarias y a los propios consumidores, que exigen que los alimentos que adquieren sean sanos y seguros. La obtención de alimentos de origen animal que cumplan estos requisitos de calidad e inocuidad depende en gran medida de la fase inicial de producción en la granja.

Cuadro I. Serotipos aislados con mayor frecuencia en granjas de porcino (animales sanos)

Serovariedad	2003	2004	2005	2006*
Typhimurium	30,9%	24,1%	29,6%	23,8%
Rissen	21,8%	10,6%	17,0%	21,2%
Derby	21,8%	12,7%	15,5%	18,5%
Bredeney	7,2%	9,2%	13,3%	0,0%
4,12:i:-	3,6%	3,5%	3,7%	12,3%
Anatum	1,8%	8,5%	6,6%	7,1%

Cuadro II. Serotipos aislados con mayor frecuencia en carne de porcino

Serovariedad	2004
Typhimurium	46,6 %
Rissen	20,0 %
Ohio	13,3 %
Bredeney	6,7 %
Enteritidis	6,7 %
Brandenburg	6,7 %

A este respecto, la normativa europea está instaurando medidas muy estrictas para certificar la seguridad dentro de la cadena alimentaria, recayendo la responsabilidad sobre cada uno de los eslabones de la cadena, incluyendo el nivel de producción.

Importancia de la Salmonelosis en el sector porcino

La vía más frecuente de infección en el cerdo es a través de la ingestión de alimentos o agua contaminados. Las especies de *Salmonella* enterica que actualmente infectan en España a nuestros animales domésticos producen unos cuadros que cursan generalmente sin síntomas, ni descenso apreciable en la producción. Sin embargo, pueden transferirse y producir problemas graves en el hombre a través de la cadena alimentaria.

La legislación europea (Reglamento 2160/2003) exige un control de la presencia de *Salmonella* en las granjas de porcino en todos los países europeos. El no cumplimiento de esta normativa implicará el cierre de mercados, con

las consiguientes pérdidas económicas en el sector.

La producción porcina española, pese a ser una de las más competitivas a nivel europeo, presenta unos factores de riesgo claros a lo largo de su sistema:

- En granjas, los animales, pienso y agua de bebida son los principales responsables de la introducción de *Salmonella*, mientras que las instalaciones y los vectores juegan el papel fundamental en el establecimiento y la diseminación de la infección.
- En el matadero, a partir de los animales infectados, puede diseminarse durante el faenado de la canal, a los productos destinados al consumo, sobre los que puede crecer y multiplicarse libremente incrementando notablemente su peligrosidad de esta forma.

Salmonella en el sector porcino español-Redes de Vigilancia

Las Redes de Vigilancia Sanitaria tienen como función principal la recogida, análisis, interpretación y diseminación de forma sistemática y continua de datos de salud con el objeto de conocer los modelos de ocurrencia, prevenir o detectar precozmente su aparición y planificar, evaluar y valorar el impacto de programas de salud.

La Red Española de Vigilancia Veterinaria de Resistencias a Antibióticos (Red VAV, cofinanciada por la Dirección General de Ganadería del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) inició su andadura en 1997 y comprende un sistema de vigilancia compuesto por tres pro-

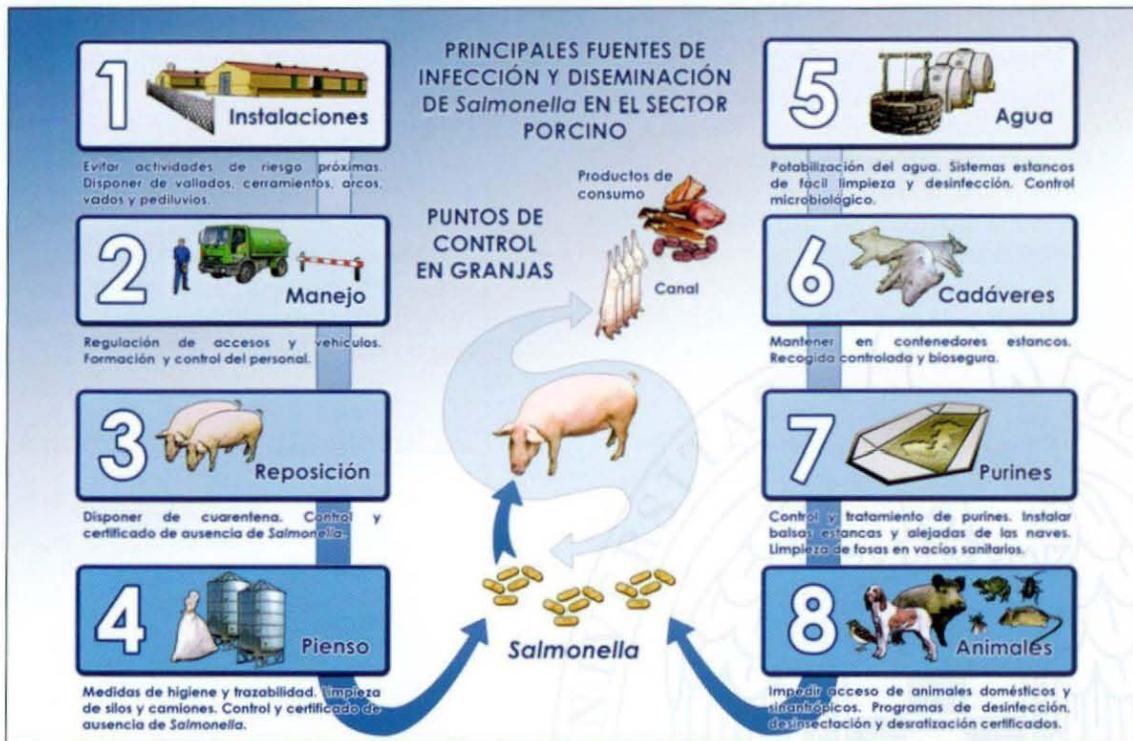


Figura 2. Puntos de control de *Salmonella* spp. en la producción porcina.

gramas que se ocupan respectivamente de animales sanos, animales enfermos y alimentos de origen animal. Los programas de muestreo de la vigilancia de población animal sana de la Red VAV consisten en una recogida de heces de animales asintomáticos sacrificados en mataderos seleccionados por su volumen de sacrificio y por su localización en zonas de alta producción porcina.

El programa de vigilancia de resistencias de *Salmonella* en porcino se lleva a cabo a nivel nacional en animales asintomáticos desde el año 1998. Adicionalmente en 2004 se realizó un estudio de detección de *Salmonella* en carne de porcino en la Comunidad de Madrid (financiado por la Consejería de Sanidad y Consumo) muestreando en puntos de venta.

Los datos obtenidos por este sistema de vigilancia en los últimos años, aunque teniendo en cuenta que fue diseñado para hacer vigilancia de resistencias a antibióticos y no para cálculos de prevalencia, son preocupantes ya que muestra una frecuencia de detección en granja que podría considerarse elevada.

En animales asintomáticos las serovariedades que se aíslan con mayor frecuencia, y cuya

prevalencia se mantiene más o menos estable a lo largo de los años, son *typhimurium*, *rissen*, *derby*, *bredeney*, Monofásica 4,12.i:-, y *anatum* (Cuadro I).

Así mismo, en carne de cerdo, se observó una prevalencia media menor, detectándose variaciones según la presentación comercial. En conjunto resultaron positivas un alto porcentaje de las marcas analizadas, y la serovariedad que se aisló con mayor frecuencia fue *typhimurium* (Cuadro II).

Si comparamos los serovares aislados en las muestras de origen fecal de los animales y las muestras obtenidas de sus productos en el punto de venta, podemos observar que existe un elevado nivel de correlación.

En cuanto a las resistencias a antimicrobianos, problema de Salud Pública ligado a la presencia de microorganismos productores de zoonosis en la cadena alimentaria, y que genera así mismo un elevado nivel de preocupación en las autoridades sanitarias, en general, los niveles de resistencia en porcino son relativamente altos y mayores que los que se obtienen a partir de aislados procedentes de otras especies animales.

Si observamos el análisis de datos del Programa de Animales Sanos hasta el año 2004 (Red de Vigilancia Veterinaria de Resistencias a Antibióticos, undécimo informe), son destacables por su magnitud los niveles de resistencia de las cepas porcinas frente a amoxicilina (47'5%), estreptomycin (35'8%), trimetoprim (34'2%) y cloranfenicol (28'3%).

Por otro lado, es relevante señalar que no se ha detectado ningún aislado resistente a amikacina, imipenem, aztreonam, ceftazidima, cefoxitina, cefotaxima, cefalotina y ciprofloxacina.

A pesar de que estos resultados puedan parecer preocupantes, todo indica que actualmente se está haciendo un mejor uso de los antimicrobianos en la producción porcina ya que en el análisis de la tendencia temporal podemos destacar varios indicadores que nos marcan una disminución global de los niveles de resistencia; por ejemplo, de los seis antimicrobianos que en el primer programa (99-00) presentaban porcentajes de resistencia superiores al 50% (tetraciclina, sulfamidas, amoxicilina, estreptomycin, cloranfenicol y trimetoprim), sólo dos se mantienen por encima de dicho nivel en los resultados de 2004 (tetraciclina y sulfamidas).

Control

Como se desprende de estos datos, el control de la infección por *Salmonella* en las granjas porcinas resulta de vital importancia para evitar tanto las alteraciones sanitarias y de bienestar animal derivadas del proceso, como su incidencia sobre la Salud Pública.

Resulta imprescindible por tanto, una concienciación de todos los sectores implicados para iniciar el proceso que nos conduzca al control en granja de estos agentes, para de esta forma poderlo eliminar en toda la cadena alimentaria.

Los elementos a controlar para evitar la entrada y permanencia de *Salmonella* en granja se resumen en la **Figura 2**.

Salmonella es una bacteria que infecta a los animales fundamentalmente por vía oral, siendo por tanto la alimentación uno de los factores de riesgo más claros para su entrada en granja.

Es imprescindible que los fabricantes de pienso garanticen que sus productos estén li-

bres de *Salmonella* como ya exige la legislación, aunque no obstante, una de las precauciones que hemos de tener tras la higienización del pienso por parte de los productores, es asegurar que el pienso no se recontamine durante el transporte o el almacenamiento en granja.

En cuanto a la vacunación, el poder contar con vacunas eficaces para controlar la Salmonelosis Porcina será una importante herramienta de trabajo para el programa de control, aunque no suficiente.

Referencias bibliográficas

Boletín Epidemiológico de la Comunidad de Madrid nº 3 vol. 10, marzo 2004.

Cruchaga, S., Echeita, A., Aladueña, A., García-Peña, F. J., Frías, N., Usera, M. A., "Antimicrobial resistance in salmonellae from humans, food and animals in Spain in 1998" *J. Antimicrob. Chemother.* 47: 315-321 (2001).

D'Aoust, J. Y., "Pathogenicity of foodborne *Salmonella*" *Int. J. Food Microbiol.* 12: 17-40 (1991a)

Euzéby, J. P., "Revised salmonella nomenclature: designation of *Salmonella enterica* (ex Kauffmann and Edwards 1952) *Le Minor* and *Popoff* 1987 sp. nov., nom. rev. as the neotype species of the genus *Salmonella* Lignieres 1900 (Approved Lists 1980), rejection of the name *Salmonella choleraesuis* (Smith 1894) *Weldin* 1927 (Approved lists 1980), and conservation of the name *Salmonella Typhi* (Schroeter 1886) *Warren* and *Scott* 1930 (Approved Lists 1980). Request for an opinion" *Int. J. Syst. Bacteriol.* 49: 927-930 (1999).

Goyache, J., Briones, V., Géneros *Salmonella* y *Shigella*. En *Manual de Microbiología Veterinaria*. Vadillo, S., Pfriz, S., Mateos, E., Eds. McGraw-Hill/Interamericana de España S.A.U. (2002).

Le Minor, L., Genus *Salmonella*. En *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol. 1. Edited by Krieg, N. R. and Holt, J. G. Baltimore: Williams & Wilkins, (1984).

Le Minor, L., The genus *Salmonella*. In *The Prokaryotes*. Vol. III. Edited by Balows, A., Trüper, H. G., Dworkin, M., Harder, W., and Schleifer, K.-H. New York, (1992).

Moreno M.A. y col. Salmonelosis porcina. *Porci*, 81 (2004).

Old, D. C., Threlfall, E. J., *Salmonella*. En *Microbiology and microbial infections*. Vol. 2. Nith edition ed. Edited by Balows, A. and Duerden, B. I (1998).

Red de Vigilancia Veterinaria de Resistencias a Antibióticos (VAV). Undécimo Informe, VAV11, enero 2003 - diciembre de 2004. (2004).

Reglamento (CE) nº 2160/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de noviembre de 2003, sobre el control de *Salmonella* y otros agentes zoonóticos específicos transmitidos por los alimentos.

Sylvia Valdezate, Ana Vidal, Silvia Herrera-León, Javier Pozo, Pedro Rubio, Miguel A. Usera, Ana Carvajal, and M. Aurora Echeita. *Salmonella Derby Clonal Spread from Pork*. *Emerging Infectious Diseases*, www.cdc.gov/eid. Vol. 11, No. 5, May 2005.

WHO, WHO Global Salm-surv; Progress report (2000-2005). www.who.int/salmsurv.

Salmonelosis Porcina: factores de riesgo y medidas de control

Eva Creus

*Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos
Facultad de Veterinaria (Universidad Autónoma de Barcelona)*

La proximidad de la fecha establecida por la normativa europea referente al control de *Salmonella* y otros agentes zoonóticos (Reglamento (CE) 2160/2003) para la adopción de medidas de control de *Salmonella* en la especie porcina plantea la necesidad inmediata que tiene el sector de poner a la práctica las actuaciones pertinentes.

Son ya varios los países que han instaurado (Suecia, Finlandia, Noruega, Dinamarca y el Reino Unido) o están en vías (Holanda, Alemania, Bélgica, etc.) algún tipo de programa de vigilancia y control de la Salmonelosis Porcina. Si bien los países nórdicos fueron los primeros en aplicar un programa de control a nivel de las explotaciones animales y también en materia de piensos, principalmente con medidas dirigidas a lograr la erradicación del patógeno, su seguimiento por el resto de países europeos no ha sido un hecho. A nivel práctico, las diferencias con nuestros sistemas de producción e incluso las condiciones climáticas dificultan que podamos plantearnos un objetivo general de reducción. Además, las múltiples vías de entrada y diseminación del patógeno en las explotaciones, su gran capacidad para sobrevivir y multiplicarse dentro de un amplio rango de sustratos y condiciones ambientales, en definitiva, la complejidad de la epidemiología de la infección por *Salmonella*, determina

que la mejor aproximación de los programas de control sea la de reducir al máximo su presencia en las explotaciones. Por este motivo, la identificación de las principales fuentes de infección de *Salmonella* en las explotaciones porcinas resulta básica si se quieren adoptar las pautas de control necesarias.

Factores que intervienen en la introducción y/o diseminación de *Salmonella* en las explotaciones

La cantidad de estudios realizados alrededor de la epidemiología de la Salmonelosis Porcina han permitido identificar numerosos factores ambientales y de manejo en las explotaciones asociados a elevados niveles de *Salmonella* en la población animal. En base a estos factores de riesgo, diferentes recomendaciones para la pre-



Figura 1. Factores que intervienen en la transmisión y la diseminación de *Salmonella* en las explotaciones.

vención y el control de la infección han sido propuestas. Este punto, sin embargo, merece una aclaración.

En primer lugar debe tenerse en cuenta que no existe una única estrategia de control, sino que la aproximación más efectiva es la que está basada en la combinación de una serie de medidas para poder minimizar la introducción del patógeno en las explotaciones y su posterior diseminación entre los animales. Básicamente mediante la aplicación de una serie de pautas relacionadas con la sanidad, la bioseguridad, la alimentación, la higiene y el manejo en las explotaciones.

Además, y con el fin que su aplicación sea práctica y económicamente factible, estas medidas deberían ser formuladas en función de cada caso particular. En otras palabras, cada granja necesita su propio plan de reducción, adaptado a su sistema de producción, rutinas diarias de trabajo, etc. Debe tenerse en cuenta que la dinámica de la infección por *Salmonella* es más compleja de lo que en un principio se creía, no existiendo un único modelo o patrón de infección; éste puede ser diferente entre granjas e incluso en el caso de una misma granja o grupo de granjas, variar ampliamente a lo largo del tiempo.

Medidas de sanidad y bioseguridad

En las granjas continuamente se establecen contactos con diferentes factores externos que pueden introducir el patógeno en las instalaciones. De entre las numerosas fuentes de infección, la introducción de nuevos animales y el pienso (que será comentado en un apartado posterior), por su elevado volumen y frecuencia de entrada en las explotaciones, se describen como unos de los principales factores de riesgo.

El papel de la entrada de animales infectados resulta especialmente importante cuando se trata de animales de reemplazo, pues suponen un riesgo de introducción de la infección en una nueva granja. Davies *et al.* (2000) observaron que un elevado índice de reposición y además de una fuente externa estaba claramente relacionado con una mayor entrada de *Salmonella* en las explotaciones de reproductoras. Debe tenerse en cuenta que el estrés del transporte puede reactivar la infección en aquellos animales portadores y convertirse de este modo, en una fuente de contaminación para las cerdas propias de las granjas. Por otra parte, la nueva reposición presenta en general una mayor susceptibilidad a la infección debido a una menor inmunidad específica. Los elevados niveles de

prevalencia descritos en poblaciones de cerdas (Davies *et al.*, 1998; Creus *et al.*, 2004a) y en concreto, en cerdas de reemplazo (Letellier *et al.*, 1999) hacen necesaria la aplicación de programas de evaluación de los proveedores de animales reproductores o la utilización de sistemas de adaptación o cuarentena.

En referencia a las unidades de engorde, aparte de la necesidad del control sanitario de los animales de procedencia, resulta básico minimizar el número de orígenes. Varios estudios describen la asociación entre la entrada en las granjas de engorde de animales procedentes de múltiples orígenes y una mayor seropositividad a *Salmonella* (Quessy *et al.*, 1999; Lo Fo Wong *et al.*, 2004).

Además de la vía de introducción a partir de la nueva reposición y el alimento contaminado, *Salmonella* puede vehicularse a través de múltiples vectores presentes en las explotaciones.

Pájaros, roedores e insectos (moscas y escarabajos) pueden actuar como reservorios del patógeno. En concreto, en un estudio realizado en Estados Unidos, se aisló *Salmonella* de un 8% de las heces de los pájaros presentes en las explotaciones (Barber *et al.*, 2002). Estos vectores pueden transmitir la infección a los animales ya que son una fuente de contaminación de los piensos y también pueden ser consumidos directamente por los propios cerdos. Son varios los estudios que describen la asociación significativa entre la falta de barreras (redes, telas, etc.) para controlar la entrada de pájaros en las instalaciones y la seropositividad a *Salmonella* (Bahson *et al.*, 2001; Creus *et al.*, 2004b; Mejía *et al.*, 2006). Incluso la presencia en las explotaciones de otras especies animales de renta supone un riesgo importante para la infección (Funk y Gebreyes, 2004; Mejía *et al.*, 2006).

Las visitas y los propios trabajadores igualmente pueden vehicular y favorecer la transmisión del patógeno dentro de las granjas (entre diferentes corrales, compartimentos y naves) a través de las botas, la ropa y los utensilios de trabajo. En concreto, la limpieza frecuente de las manos por parte del personal se ha asociado

“

La mejor aproximación de los programas de control es la de reducir al máximo su presencia en las explotaciones

”

significativamente a una menor seroprevalencia por *Salmonella* en los animales (Lo Fo Wong *et al.*, 2004).

También se ha descrito el papel que supone el agua contaminada en la diseminación de *Salmonella* en las explotaciones (Letellier *et al.*, 1999), así como la relación entre la falta de cloración del agua y la seropositividad de la granja (Mejía *et al.*, 2006). Por este motivo, resulta indispensable la aplicación de algún tratamiento del agua suministrada a los animales, especialmente si ésta procede de fuentes subterráneas.

Otro aspecto a tener en cuenta es el control sanitario de los animales, especialmente la prevención de problemas entéricos. El riesgo de excreción de *Salmonella* se incrementa claramente ante la presencia de otros patógenos digestivos causantes

de brotes de diarrea y en especial, si previamente se han producido brotes clínicos de Salmonelosis durante la fase de engorde (van der Wolf *et al.*, 2001a; Oliveira *et al.*, 2005; Mejía *et al.*, 2006).

Características de las granjas y sistemas de manejo

Los sistemas de producción todo dentro/todo fuera (TD/TF) que siguen principios basados en un eficiente programa de limpieza y desinfección entre lotes, no mezclar grupos de animales de diferentes edades, etc., combinados con el seguimiento de determinadas pautas higiénicas en la rutina diaria de trabajo como limpiarse las manos, cambio de ropa y botas, entre otras medidas, resultan claramente efectivos para reducir la proporción de animales positivos en las granjas. En un estudio llevado a cabo por nuestro grupo, las explotaciones de engorde con ciclos de producción continuos se asociaron significativamente a una mayor seropositividad por *Salmonella* (Creus *et al.*, 2004b). Estos sistemas no evitarían la entrada del patógeno en las explotaciones, pero al permitir una profunda limpieza y desinfección entre lotes reducirían las continuas reinfecciones procedentes del ambiente de las instalaciones; *Salmonella* puede persistir en las explotaciones durante largos periodos de tiempo en muestras de polvo, corrales vacíos y equipamientos.

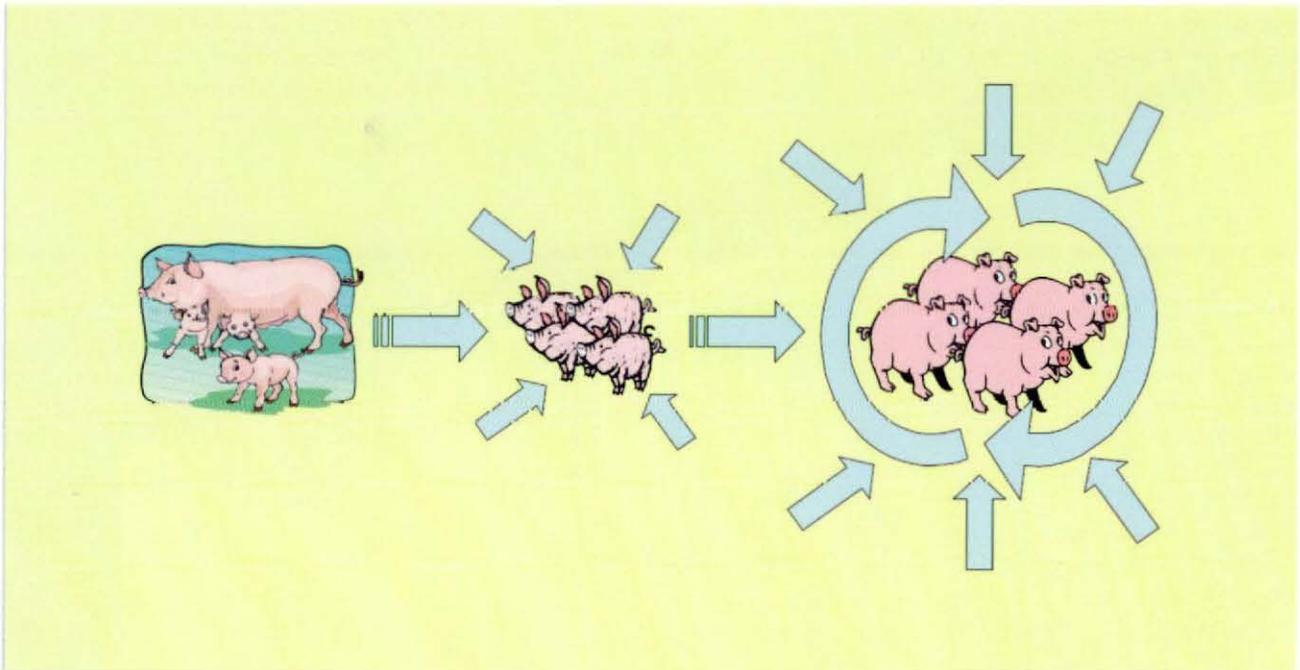


Figura 2. Distribución y dinámica de la transmisión de *Salmonella* en las explotaciones.

La duración de los periodos de vaciado y limpieza entre lotes también resulta básica para asegurar la efectividad de los sistemas TD/TF. Se ha descrito que periodos de menos de un día incrementarían el riesgo de excreción de *Salmonella* en cerdos de engorde (Beoelil *et al.*, 1999).

Respecto a la influencia que podrían tener ciertas características de las granjas en la infección por *Salmonella* de los animales, el mayor tamaño de las explotaciones se asocia por lo general, a unos niveles más elevados de prevalencia bacteriológica y/o serológica (Moussing *et al.*, 1997; Quessy *et al.*, 1999; Mejía *et al.*, 2006). Así mismo, algunos estudios describen una mayor seroprevalencia en aquellas granjas más pequeñas (van der Wolf *et al.*, 2001a). Estos resultados contradictorios se podrían deber a que el tamaño de la granja se comporta como una variable de confusión ya que englobaría a muchos otros factores que actúan tanto a nivel general (tipo de alimentación, método de desinfección, número de trabajadores, etc.), como individual (densidad, tipo de corral, separación entre corrales, etc.) de la granja.

Siguiendo con determinadas características de las instalaciones, la utilización de separa-

ciones sólidas y suficientemente altas entre corrales resulta útil para prevenir la diseminación de la infección entre grupos de animales. Este tipo de separaciones reducirían el contacto de los animales con las heces de los otros animales, evitándose de este modo la continuidad del ciclo feco-oral, considerada como la vía más importante de transmisión de *Salmonella* entre los animales y a su vez, disminuirían el contacto nasal entre animales de corrales contiguos. Debe tenerse en cuenta que a pesar de ser menos importante que el modo de transmisión por ingestión, *Salmonella* puede diseminarse por aire a través de aerosoles y polvo. Por este motivo es importante evitar la acumulación de suciedad en corrales, equipos y utensilios y asegurar el correcto mantenimiento de los sistemas de ventilación de las naves.

Los corrales con suelos de slat, que permiten una mejor limpieza y drenaje de las deyecciones que los de cemento, también se consideran protectores de la infección ya que reducirían la exposición repetida de los animales a las heces. Este contacto continuo con material fecal sería el motivo por el cual los bebederos del tipo cazoleta se asocian a un mayor riesgo de infección (Bahson *et al.*, 2006).



Alimentación

La alimentación animal merece ser tratada en un apartado separado por su doble papel en la epidemiología de la Salmonelosis porcina. Por una parte es considerada como una posible fuente de entrada de *Salmonella* en las explotaciones, aunque también destaca por su papel en el control de la transmisión de la infección por su impacto sobre la fisiología digestiva de los animales.

Higiene de los piensos. Respecto al papel de los piensos como vía de entrada del patógeno en las explotaciones, debe destacarse que la presencia de *Salmonella* en los piensos comerciales resulta relativamente frecuente. No obstante, los porcentajes de contaminación han ido reduciéndose notablemente en los últimos años debido a la prohibición del uso de proteínas animales en la alimentación animal y básicamente, a causa de los actuales tratamientos de descontaminación aplicados a los piensos (tratamientos térmicos y/o químicos).

Debe destacarse que todos los ingredientes pueden estar potencialmente contaminados por *Salmonella*; siendo prácticamente imposible asegurar la no introducción del patógeno en el proceso de fabricación de los piensos. Así, mientras a los productos de origen animal tradicionalmente se les ha asociado una tasa mayor de contaminación por *Salmonella*, los ingredientes vegetales también pueden resultar frecuentemente contaminados. En general, los productos proteicos, como las harinas de soja y otras oleaginosas, junto a los derivados de los cereales como el salvado de trigo, destacarían por su mayor riesgo de contaminación (Creus *et al.*, 2004c).

Aún así, el papel que juega el alimento contaminado en la epidemiología de la infección no es del todo claro. Los aislamientos obtenidos de los piensos no suelen corresponderse con los que afectan más frecuentemente a las personas y a los animales. Tampoco los serotipos con mayor incidencia entre la población humana y ani-

mal son frecuentes en los piensos. Habitualmente, *Salmonella typhimurium*, serotipo predominante en las explotaciones porcinas no suele aislarse en los piensos; hecho similar ocurre con el aislamiento de *Salmonella enteritidis*, serotipo que afecta con más frecuencia a las aves.

En general, los serotipos más aislados en los piensos son los considerados como "exóticos" (*tennessee*, *mbandaka*, *cubana*, *senftenberg*, *bredeney*, *derby*, *anatum*, etc.) y afectarían sólo esporádicamente a los animales y al hombre. No obstante, algunos serotipos coinciden en ocasiones con los aislados en el hombre y los animales. Este es el caso de *Salmonella typhimurium* y *Salmonella anatum* en el porcino. También *Salmonella bredeney* y *Salmonella mbandaka* se encuentran en la lista de los serotipos aislados en más ocasiones en humanos en los últimos años (Usera *et al.*, 2003; Echeita *et al.*, 2005).

Esta diversidad entre los aislamientos obtenidos en los piensos y los de mayor importancia epidemiológica se relaciona principalmente con la diferente patogenicidad de las cepas, es decir, su habilidad para diseminarse a través de los tejidos y establecer una infección persistente en humanos y animales. Además, la gran cantidad de fuentes paralelas a la alimentación potenciales de vehicular *Salmonella* en las explotaciones, contribuiría a esta falta de concordancia entre los serotipos aislados en los piensos y en la población animal.

Estrategias alimentarias. Varios estudios han encontrado en su análisis de factores de riesgo que la utilización de alimento granulado, en comparación con las presentaciones en harina, predispone a una mayor prevalencia por *Salmonella* en los animales de engorde (Hamilton *et al.*, 2000; Kranker *et al.*, 2001; Leontides *et al.*, 2003; Lo Fo Wong *et al.*, 2004). Por otra parte, la administración de piensos en harina con un tamaño de partícula grosero (más de 3 mm de orificio en el molino), así como la inclusión de determinados ingredientes fibrosos a la dieta como la pulpa de remolacha o también la mezcla con granos de cereales partidos, especialmente cebada, resultaría efectiva para reducir la incidencia del patógeno en los animales (Jorgensen *et al.*, 1999; Kjeldsen y Dahl, 1999; Jorgensen *et al.*, 2001; Mikkelsen *et al.*, 2004). Por contra, con esta práctica se obtienen unos peores índices de conversión, debido



principalmente a la menor digestibilidad del pienso.

El mecanismo por el que actuarían este tipo de dietas se debe principalmente a los cambios que inducirían a nivel del estómago y que resultan en un mejor equilibrio del ecosistema microbiológico intestinal del animal. Básicamente, favoreciendo el crecimiento de la población de bacterias lácticas y en consecuencia, a un incremento en la producción de ácidos orgánicos y a una disminución del pH principalmente en el estómago pero también a nivel del intestino delgado.

También se ha descrito el efecto protector de las dietas líquidas, en especial las pre-fermentadas y su asociación con una menor seroprevalencia por *Salmonella* en granjas de engorde (van der Wolf *et al.*, 1999, 2001a; Lo Fo Wong *et al.*, 2004; Farzan *et al.*, 2006). Este efecto se asocia principalmente a la presencia de ácidos orgánicos resultantes de la fermentación natural que tiene lugar en este tipo de alimento. Los áci-



dos producidos por la elevada población de bacterias lácticas presentes en los subproductos utilizados en su elaboración, en combinación con la disminución del pH en el tracto gastrointestinal darían como resultado un ambiente desfavorable para el crecimiento de enterobacterias en el tracto digestivo de los animales. Similares perfiles en la microbiota intestinal y concentración de ácidos en el tracto gastrointestinal se han conseguido mediante la adición directa de ácidos orgánicos a los piensos y al agua de bebida (van der Wolf *et al.*, 2001b; Creus *et al.*, 2005a).

Control de *Salmonella* posterior a la granja

Una infección tan multifactorial como la de *Salmonella* requiere también de unas medidas de intervención y control en los múltiples niveles de la cadena de producción porcina. No tiene sentido centrarnos únicamente en la aplicación de medidas de control a nivel de las explotaciones animales si no actuamos en las siguientes

etapas. Porque ¿qué sucede cuando los animales son enviados al matadero?, ¿y durante el procesado de las canales?

Cuando se comparan los niveles de prevalencia por *Salmonella* de los animales en la propia granja y después en el matadero, se observa una mayor proporción de animales positivos al sacrificio (Berends *et al.*, 1996; Isaacson *et al.*, 1999; Hurd *et al.*, 2002). Este incremento en la prevalencia de la infección en el matadero se asocia directamente a los sucesos que tienen lugar durante las etapas del transporte y la espera en el matadero; en especial cuando coinciden ciertas prácticas de manejo que suponen un grado de estrés para los animales (elevada densidad de animales, tiempos prolongados de transporte, incluso el efecto de determinados periodos de ayuno y privación de agua, etc.). Estas situaciones favorecen por una parte, que el número de animales que llegan excretores de *Salmonella* al matadero se incremente debido a la reactivación de la infección en los animales portadores asintomáticos. Además, aquellos animales no portadores son más susceptibles a la infección, llegando a infectar fácilmente de otros animales



positivos con los que viajaban juntos o debido al ambiente contaminado de los camiones de transporte.

Una situación similar tendrá lugar durante su estancia en los corrales de los mataderos. El estrés social de los animales por un parte, especialmente en situaciones de elevados tiempos de espera, junto a la elevada contaminación presente en los corrales (Creus *et al.*, 2005b) y el hecho que en sólo dos horas *Salmonella* puede infectar a animales expuestos a ambientes altamente contaminados (Hurd *et al.*, 2001a; Boughton *et al.*, 2005), indican que los corrales de espera son una fuente importante de infección a corto plazo para los animales recién llegados.

En el matadero, la contaminación de las canales no sólo tiene su origen en la entrada de animales positivos, diferentes prácticas de higiene y procedimientos de trabajo determinarán finalmente la presencia de *Salmonella* en las canales. El contacto con equipamientos y utensilios contaminados e incluso las manos de los mismos trabajadores, especialmente durante la etapa de evisceración (Creus *et al.*, 2005b), su-

ponen importantes focos de contaminación y por lo tanto, puntos críticos a controlar.

En definitiva, a pesar de la aplicación de medidas de control de *Salmonella* a nivel de las explotaciones animales, resulta igualmente necesaria la mejora de las prácticas realizadas durante las etapas previas al sacrificio de los animales y en particular, durante el procesado de las canales en el matadero.

Bibliografía

- Bahnon, P. B., P. J. Fedorka-Cray, N. Mateus-Pinella, F. M. Franssen, J. Grass, and J. T. Gray. 2001. Herd level risk for *Salmonella* culture positive status in slaughtered pigs. Proceedings of the 4rd International Symposium on the Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork, Leipzig, Germany, 244-249.
- Bahnon, P. B., P. J. Fedorka-Cray, S. R. Ladely, and N. E. Mateus-Pinella. 2006. Herd-level risk factors for *Salmonella* enterica subsp. enterica in U.S. market pigs. *Prev.Vet.Med.* 76:249-262.
- Barber, D. A., P. B. Bahnon, R. Isaacson, C. J. Jones, and W. B. Wolbers. 2002. Distribution of *Salmonella* in swine production ecosystems. *J.Food Prot.* 65:1861-1868.
- Beloeil, P.-A., E. Eveno, P. Gerault, P. Fravallo, V. Rose, N. Rose, and F. Madec. 1999. An exploratory study about contamination of pens of finishing pigs by ubiquitous *Salmonella*. Proceedings of the

3rd International Symposium on the Epidemiology and Control of Salmonella in Pork, Washington DC, USA, 101-104.

Boughton, C., N. Leonard, J. Egan, B. K. Markey, and G. Kelly. 2005b. Infection of pigs following exposure to contaminated pen floors. Proceedings of the 6th International Symposium on the Epidemiology and Control of Salmonella and other food borne pathogens in Pork, California, USA, 61-64.

Berends, B. R., H. A. Urlings, J. M. Snijders, and F. van Knapen. 1996. Identification and quantification of risk factors in animal management and transport regarding Salmonella spp. in pigs. *Int.J.Food Microbiol.* 30:37-53.

Creus, E., F. Baucells, and E. Mateu. 2004a. Salmonella infection in a multiple-site swine production system in Catalonia. Proceedings of the 18th International Pig Veterinary Society Congress, Hamburg, Germany, 675.

Creus, E., F. Baucells, and E. Mateu. 2004b. Prevalence of subclinical Salmonella infection and risk factors in finishing pig herds of Catalonia. Proceedings of the 18th International Pig Veterinary Society Congress, Hamburg, Germany, 677.

Creus, E., F. Baucells, J. F.Perez, and E. Mateu. 2004c. Salmonella contamination in swine feeds and feed ingredients. Proceedings of the 18th International Pig Veterinary Society Congress, Hamburg, Germany, 676.

Creus, E., J. F.Perez, and E. Mateu. 2005a. Effect of an acidified diet on Salmonella prevalence during the last term of fattening period. Proceedings of the 6th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, California, 287-288.

Creus, E., J. F.Perez, and E. Mateu. 2005b. Salmonella contamination on pork carcasses: a study of critical points. Proceedings of the 6th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork, California, 304-306.

Davies, P. R., J. A. Funk, and W. E. M. Morrow. 2000. Fecal shedding of Salmonella by gilts before and after introduction to a swine breeding farm. *Swine Health Prod.* 8:25-29.

Davies, P. R., F.G.E.M.Bovee, J. A. Funk, W. E. M. Morrow, F. T. Jones, and J. Deen. 1998. Isolation of Salmonella serotypes from feces of pigs raised in a multiple-site production system. *J.Am.Vet.Med.Assoc.* 212:1925-1929.

Echeita A., A. Aladueña, R. Gonzalez-Sanz, R. Diez, M. De la Fuente, F. Cerdán, M. Arroyo and R. Gutierrez. 2005. Análisis de las cepas de Salmonella spp aisladas de muestras clínicas de origen humano en España. Años 2002 y 2003 (I). *Boletín Epidemiológico Semanal (España)*, 73-76.

Farzan, A., R. M. Friendship, C. E. Dewey, K. Warriner, C. Poppe, and K. Klotins. 2006. Prevalence of Salmonella spp. on Canadian pig farms using liquid or dry-feeding. *Prev.Vet.Med.* 73:241-254.

Funk, J. A., and W. A. Gebreyes. 2004. Risk factors associated with Salmonella prevalence on swine farms. *Swine Health Prod.* 12:246-251.

Hamilton, D., J. Bobbit, J. Dahl, K. Coates, S. Lester, and A. Pointon. 2000. Risk factors for within herd Salmonella infection of pigs in Australia. Proceedings of the 16th International Pig Veterinary Society Congress, Melbourne, Australia, 204.

Hurd, H. S., J. K. Gailey, J. D. McKean, and M. H. Rostagno. 2001. Rapid infection in market-weight swine following exposure to a Salmonella typhimurium-contaminated environment. *Am.J.Vet.Res.* 62:1194-1197.

Hurd, H. S., J. D. McKean, R. W. Griffith, I. V. Wesley, and M. H. Rostagno. 2002. Salmonella enterica infections in market swine with and without transport and holding. *Appl.Environ.Microbiol.* 68:2376-2381.

Isaacson, R. E., L. D. Firkins, R. M. Weigel, F. A. Zuckermann, and J. A. DiPietro. 1999. Effect of transportation and feed withdrawal on shedding of Salmonella Typhimurium among experimentally infected pigs. *Am.J.Vet.Res.* 60:1155-1158.

Jorgensen, L., J. Dahl, and A. Wingstrand. 1999. The effect of feeding pellets, meal and heat treatment on the salmonella-prevalence in finishing pigs. Proceedings of the 3rd International Symposium on

the Epidemiology and Control of Salmonella in Pork, Washington DC, USA, 308-312.

Jorgensen, L., H. D. Kjaersgaard, H. Wachamann, B. Jensen, and B. Knudsen. 2001. Effect of pelleting and use of lactic acid in feed on Salmonella prevalence and productivity in weaners. Proceedings of the 4rd International Symposium on the Epidemiology and Control of Salmonella in Pork, Leipzig, Germany, 109-111.

Kjeldsen, N. and J. Dahl. 1999. The effect of feeding non-heat treated, non-pelleted feed compared to feeding pelleted, heat-treated feed on the salmonella-prevalence of finishing pigs. Proceedings of the 3rd International Symposium on the Epidemiology and Control of Salmonella in Pork, Washington DC, USA, 313-316.

Krunker, S., J. Dhal, and A. Wingstrand. 2001. Bacteriological and serological examination and risk factor analysis of Salmonella occurrence in sow herds, including risk factors for high Salmonella seroprevalence in receiver finishing herds. Proceedings of the 4rd International Symposium on the Epidemiology and Control of Salmonella in Pork, Leipzig, Germany, 230-236.

Leontides, L. S., E. Grafanakis, and C. Genigeorgis. 2003. Factors associated with the serological prevalence of Salmonella enterica in Greek finishing swineherds. *Epidemiol.Infect.* 131:599-606.

Letellier, A., S. Messier, J. Pare, J. Menard, and S. Quessy. 1999. Distribution of Salmonella in swine herds in Quebec. *Vet.Microbiol.* 67:299-306.

Lo Fo Wong, D. M., J. Dahl, H. Stege, P. J. van der Wolf, L. Leontides, A. Von Altrock, and B. M. Thorberg. 2004. Herd-level risk factors for subclinical Salmonella infection in European finishing-pig herds. *Prev.Vet.Med.* 62:253-266.

Mejia, W., J. Casal, D. Zapata, G. J. Sanchez, M. Martin, and E. Mateu. 2006. Epidemiology of salmonella infections in pig units and antimicrobial susceptibility profiles of the strains of Salmonella species isolated. *Vet.Rec.* 159:271-276.

Mikkelsen, L. L., P. J. Naughton, M. S. Hedemann, and B. B. Jensen. 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.* 70:3485-3492.

Mousing, J., P. T. Jensen, C. Halgaard, F. Bager, N. Feld, B. Nielsen, J. P. Nielsen, and S. Bech-Nielsen. 1997. Nation-wide Salmonella enterica surveillance and control in Danish slaughter swine herds. *Prev.Vet.Med.* 29:247-261.

Oliveira, C. J., L. F. Carvalho, S. A. Fernandes, A. T. Tavechio, and F. J. Domingues, Jr. 2005. Prevalence of pigs infected by Salmonella Typhimurium at slaughter after an enterocolitis outbreak. *Int.J.Food Microbiol.* 105:267-271.

Quessy, S., A. Letellier, and E. Nadeau. 1999. Risk factor associated with the presence of Salmonella in swine herds in Quebec. Proceedings of the 3rd International Symposium on the Epidemiology and Control of Salmonella in Pork, Washington DC, USA, 165-168.

Usera, M. A., A. Aladueña, R. Diaz, M. De la Fuente, P. Cerdán, R. Gutierrez, and A. Echeita. 2003. Análisis de las cepas de Salmonella spp. aisladas de muestras de origen humano en España en el año 2001. *Bol. Epidemiol. Semanal (España)* 11:133-144.

van der Wolf, P. J., J. H. Bongers, A. R. Elbers, F. M. Franssen, W. A. Hunneman, A. C. van Exsel, and M. J. Tielens. 1999. Salmonella infections in finishing pigs in The Netherlands: bacteriological herd prevalence, serogroup and antibiotic resistance of isolates and risk factors for infection. *Vet.Microbiol.* 67:263-275.

van der Wolf, P. J., W. B. Wolbers, A. R. Elbers, H. M. van der Heijden, J. M. Koppen, W. A. Hunneman, F. W. van Schie, and M. J. Tielens. 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, P. J., F. W. van Schie, A. R. Elbers, B. Engel, H. M. van der Heijden, W. A. Hunneman, and M. J. Tielens. 2001b. Administration of acidified drinking water to finishing pigs in order to prevent Salmonella infections. *Vet.Q.* 23:121-125.

Infecciones por *Salmonella* en el cerdo

Pedro Rubio Nistal.

Enfermedades Infecciosas y Epidemiología.
Dpto. de Sanidad Animal.
Facultad de Veterinaria.
Universidad de León.

Hasta hace unos años, en los círculos relacionados con la producción porcina en España raramente se hablaba de Salmonelosis, en cambio este tema es cada vez más habitual y de él se hablará cada vez con mayor frecuencia en los próximos años.

¿Cuál es la razón para que de pronto aparezca la Salmonelosis en numerosos foros? *Salmonella* puede causar enfermedades en el cerdo, pero independientemente de esto, es muy importante porque los serovares que infectan al cerdo pueden transmitirse al hombre por consumo de carne y productos cárnicos. La Salmonelosis es una de las principales zoonosis de transmisión alimentaria y, aunque el cerdo y sus productos no son la principal fuente de infección para el hombre, hay casos documentados de infecciones humanas que tienen origen en el cerdo. Por esta última razón, es una infección del cerdo que debe ser sometida a control en los países de la Unión Europea.

Puesto que este control va a ser obligatorio, el veterinario medio acabará por ser un experto en Salmonelosis. No obstante, nuestra experiencia nos indica que, en el momento actual, todo el tema de *Salmonella* y Salmonelosis aún resulta difícil de digerir y de entender para la mayoría de los profesionales que trabajan en el campo y que tienen que ir haciendo frente a los problemas de cada día, entre los cuales empieza a estar la Salmonelosis.

Por ello, consideramos importante debemos desbrozar el tema y hacerlo accesible para los compañeros que tienen otras responsabilidades, pero que van a tener que formar la primera línea de lucha en el control de esta infección en el cerdo.

Algunas cosas como hablar de serogrupos, serotipos, antígenos O, resistencias, etc., pueden parecer a primera vista puramente teóricas,

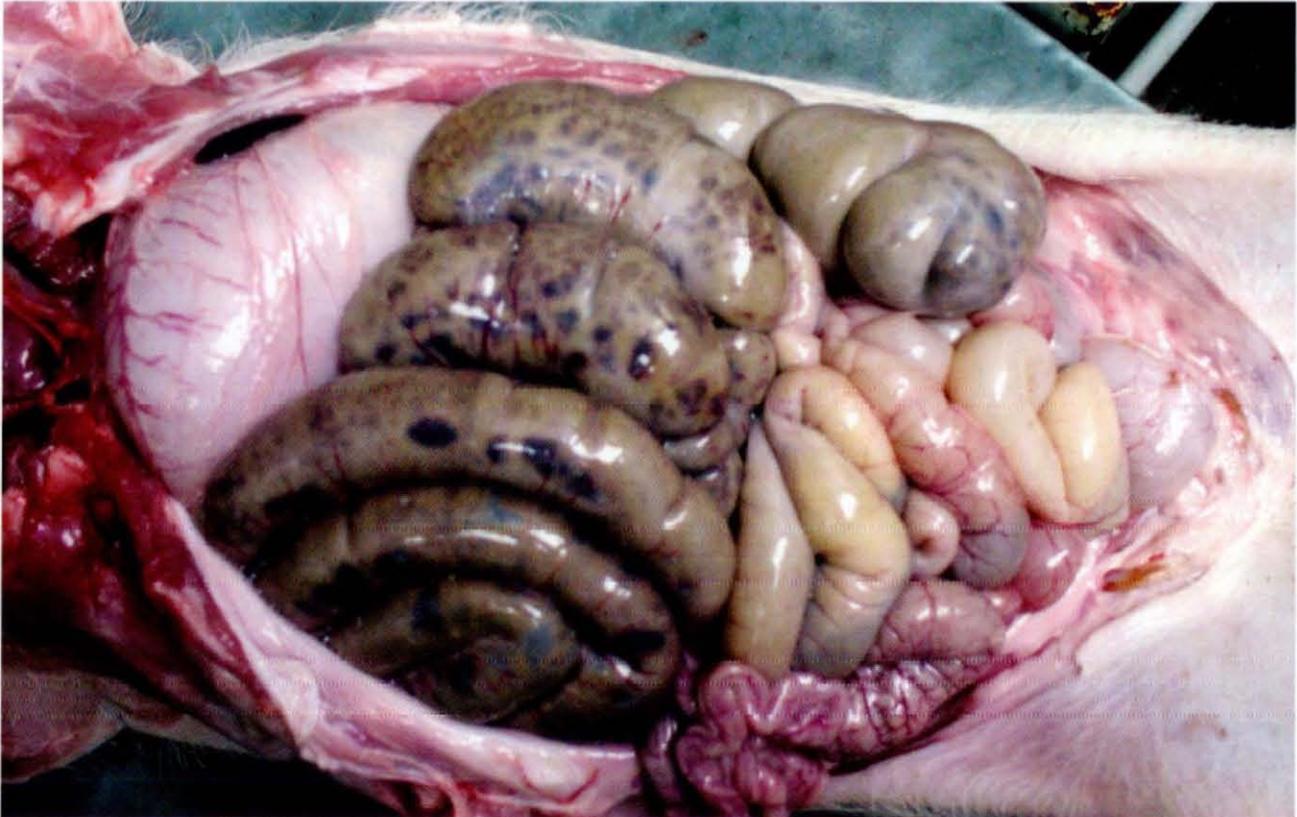
pero tiene una gran importancia práctica el conocerlas, puesto que es necesario para entender determinadas medidas de los programas de control.

¿Qué son las *Salmonellas*?

Las *Salmonellas* son bacterias de la familia *Enterobacteriaceae*. Desde un punto de vista práctico, sus características son que tienen una difusión muy amplia en la naturaleza, ya que pueden infectar a todos los vertebrados de sangre caliente y fría siendo el reservorio principal el aparato digestivo de los animales, entre los cuales normalmente hay muchos portadores y pocos enfermos. Son además muy resistentes a las condiciones ambientales y pueden multiplicarse a temperaturas muy bajas (7 °C) y muy altas (hasta 45 °C) y se mantienen viables con facilidad en el agua, en el purín y en las materias primas que se emplean en los piensos de cerdos.

Desde un punto de vista microbiológico, son enormemente complejas y esta complejidad interviene en el desarrollo de los programas de control. Hay tres especies de *Salmonella*: *Salmonella bongori*, *Salmonella enterica* y *Salmonella subterranea*. La especie que interesa a los veterinarios es *Salmonella enterica*, que a su vez está dividida en seis subespecies, de las cuales sólo interesa una, que es *Salmonella enterica* subespecie *enterica*.

Dentro de *Salmonella enterica* subespecie *enterica* se pueden encontrar más de 2.500 serovares. Un serovar (o serotipo) es una subdivi-



Enteritis, tiflitis y colitis necrótica.

sión taxonómica de un microorganismo basada en pruebas serológicas capaces de diferenciar entre los antígenos que tiene ese microorganismo y los que tiene otro de un serovar diferente.

Salmonella tiene una estructura antigénica muy compleja. Entre sus antígenos, están los denominados antígenos O, formados por el lipopolisacárido de la pared celular, antígenos H, formados por las proteínas de los flagelos y antígenos Vi, formados por las proteínas de la cápsula que tienen algunas cepas.

Para poder entendernos cuando hablamos de *Salmonella*, éstas tienen una fórmula antigénica, en la que se indica qué antígenos O y qué antígenos flagelares de fase 1 y de fase 2 tienen. Las que tienen estos antígenos iguales forman un serovar, que recibe una denominación de uso común, pero que está relacionada con su fórmula antigénica.

Por ejemplo, si hablamos de *Salmonella typhimurium* estamos hablando en realidad de *Salmonella enterica* subespecie *enterica* serovar *typhimurium* y su fórmula antigénica es 1,4,[5],12:i:1,2. *Salmonella typhimurium* tiene

Cuadro I. Explotaciones muestreadas por Comunidades Autónomas.

Comunidad Autónoma	Explotaciones
Galicia	8
Navarra	6
Aragón	45
Cataluña	49
Castilla y León	38
Castilla-La Mancha	21
Valencia	9
Murcia	15
Extremadura	11
Andalucía	24
Rioja	3
Total	229

por tanto los antígenos O 1, 4, 5 y 12. Los números subrayados y entre corchetes indican características de estos antígenos que no vienen al caso.

Todos los serovares de *Salmonella* que comparten antígenos O forman un serogrupo. Los 2.523 serovares de *Salmonella enterica* subespecie *enterica* aislados hasta ahora se agrupan en 46 serogrupos. *Salmonella typhimurium* está en el serogrupo que antes se denominaba B y ahora se denomina O:4. Cuando se comenzó este sistema de clasificación, los serogrupos se empezaron a denominar con las letras del alfabeto y, cuando se terminaron, con números. Como esta denominación era confusa, se ha determinado que cada serogrupo O se denominará por el antígeno O característico. El serogrupo O:4 engloba todos los serovares que tienen el antígeno O:4 y que se distinguen unos de otros o bien porque tienen otros antígenos O ó porque se diferencian en los antígenos flagelares.

Para complicar aún más el tema, la simple determinación del serovar o serotipo de una cepa aislada puede no ser suficiente. Dentro de cada serovar hay fagotipos, que son las cepas de ese serovar que pueden ser lisadas por determinados fagos. Su interés práctico es que determinados fagotipos están asociados a características como la multirresistencia a los antibióticos o la invasividad. Las cepas pertenecientes a un mismo serovar pueden diferenciarse también mediante la determinación de su sensibilidad a los antibióticos.

Los sistemas de clasificación de las cepas en serotipos y fagotipos y su perfil de resistencia a los antibióticos no dejan de ser fenotípicos y puede ser necesario profundizar más mediante diversas técnicas de epidemiología molecular que tienen un gran poder de discriminación entre cepas muy similares.

¿Para qué le sirve al veterinario de campo la clasificación de las cepas? No es una pura cuestión taxonómica, sino que tienen una importancia práctica indudable. En primer lugar, es necesario conocer qué serovares infectan a una po-

“
Antes de empezar un programa de control de la Salmonelosis en una granja, empresa, región o país, es necesario conocer qué cepas circulan entre la población porcina donde se va a controlar y estudiar determinadas características de esas cepas para poder interpretar la serología y para poder medir la eficacia que puedan tener algunas medidas de control
”

blación porcina aislándolos e identificándolos antes de aplicar las técnicas serológicas que ya se emplean en algunos países de Europa para la calificación de las granjas con respecto a la Salmonelosis.

Estas técnicas serológicas son pruebas ELISA en las que se emplean como antígenos una mezcla de determinados antígenos O. Por tanto, las pruebas sólo van a detectar anticuerpos en los cerdos que estén infectados por serovares que posean alguno de los antígenos O incluidos en la placa.

A cualquiera se le ocurre que teóricamente sería posible diseñar un ELISA utilizando como antígeno todos los antígenos O conocidos. Si esto se hiciera, por cuestiones que no vienen al caso, generaría más problemas que ventajas ya que el ELISA perdería sensibilidad y especificidad.

Si no se sabe previamente qué cepas circulan en una población de cerdos, la detección de anticuerpos mediante los ELISA habituales indica infección, pero los resultados negativos no indican necesariamente que no ha habido infección porque pueden ser falsos negativos.

Por otro lado, en el caso de querer emplear algún tipo de vacuna, es imprescindible saber qué serotipos circulan en la población a vacunar ya que no hay inmunidad cruzada completa entre ellos.

Por último, las técnicas de epidemiología molecular sirven para saber, por ejemplo, si una cepa aislada en un cerdo vivo y otra aislada en una canal son idénticas o se parecen poco. Volviendo a *Salmonella typhimurium*, dos cepas de este serotipo pueden ser completamente

diferentes, por lo que la simple determinación del serotipo puede ser insuficiente en algunos estudios epidemiológicos. Las técnicas de biología molecular permiten obtener la “huella dactilar” de la cepa y compararla con cualquier otra para comprobar si son iguales, muy parecidas o

completamente diferentes aunque sean del mismo serotipo.

En resumen, antes de empezar un programa de control de la Salmonelosis en una granja, empresa, región o país, es necesario conocer qué cepas circulan entre la población porcina donde se va a controlar y estudiar determinadas características de esas cepas para poder interpretar la serología y para poder medir la eficacia que puedan tener algunas medidas de control.

Enfermedades por *Salmonella* en el cerdo

Dentro de la amplia variedad de serovares de *Salmonella enterica* subespecie *enterica*, algunos de ellos están especialmente adaptados a determinadas especies hospedadoras. El cerdo puede ser infectado por un serovar adaptado a él que es *Salmonella choleraesuis* y por otros muchos serovares no específicamente adaptados a la especie porcina, entre los cuales el más común es *S. typhimurium* pero pueden encontrarse decenas de otros serovares, como *S. derby*, *S. rissen*, *S. anatum*, etc.

La infección de los cerdos por *S. choleraesuis* origina una enfermedad tan grave que históricamente se confundió con la Peste Porcina Clásica. Este serovar, que ha sido muy común en Norteamérica, es bastante raro en Europa y aún más en España, donde se ha encontrado en muy limitadas ocasiones y, en nuestro caso, tras el aislamiento de muchos cientos de cepas de *Salmonella* del cerdo ninguna de ellas ha sido *S. choleraesuis*. Por tanto, su importancia en España es escasa y, si en alguna ocasión aparece, el cuadro clínico es tan grave que sin duda no le va a pasar desapercibido a ningún veterinario.

Los serovares no adaptados al cerdo, como *S. typhimurium* son los que tienen mayor interés por su potencial zoonótico. Por otra parte, cuando infectan a cerdos la mayor parte de las veces originan infecciones subclínicas, pero pueden originar también cuadros digestivos e incluso causar la muerte de los cerdos infectados.

Los cuadros clínicos se caracterizan porque aparecen con más frecuencia entre el destete y los 4 meses de edad con una morbilidad alta, pero con mortalidad baja.

Cuadro II. Serotipos aislados y prevalencia obtenida en las muestras recogidas.

Serotipo	Nº muestras positivas (%)
Typhimurium	91 (31,3%)
Rissen	69 (23,7%)
Derby	47 (16,2%)
Monofásica	22 (7,6%)
Bredeney	13 (4,5%)
Montevideo	12 (4,1%)
Anatum	7 (4%)
Wein	5 (1,7%)
Tennessee	3 (1%)
Kendougou	3 (1%)
Meleagrides	2 (0,7%)
Muenchen	2 (0,7%)
Worthington	2 (0,7%)
Ohio	2 (0,7%)
Agona	1 (0,3%)
Brandenburg	1 (0,3%)
Cerro	1 (0,3%)
Hadar	1 (0,3%)
Goldcoast	1 (0,3%)
Infantis	1 (0,3%)
Livingstone	1 (0,3%)
London	1 (0,3%)
Newport	1 (0,3%)
Enteritidis	1 (0,3%)

Los signos más frecuentes son una anorexia más o menos marcada con apatía y fiebre seguidos de signos digestivos. Lo más habitual es una diarrea acuosa de color amarillento-verdoso. Al comienzo no hay mucus, ni sangre en las heces, pero a medida que el cuadro avanza puede haber algo de sangre. La diarrea causa deshidratación y retraso en los cerdos afectados y algunos de ellos pueden morir. Además, cuando en un cebadero hay un número anormalmente alto de prolapsos de recto sin una causa que lo justifique, casi siempre puede detectarse una prevalencia de las Salmonelosis muy alta.

El cuadro lesional se corresponde con una enteritis, tiflitis y colitis necróticas a veces focales y otras veces más difusas. Los ganglios linfáticos mesentéricos están inflamados y los vasos mesentéricos están congestivos. Al abrir el

Cuadro III. Clasificación de explotaciones positivas por serotipos.

Serotipo	Explotaciones positivas (%)
Typhimurium	38 (38,4%)
Rissen	25 (25,3%)
Derby	14 (14,1%)
Monofásica	13 (13,1%)
Bredeney	7 (7,1%)
Montevideo	5 (5,1%)
Anatum	4 (4%)
Wein	3 (3%)
Ohio	2 (2%)
Muenchen	2 (2%)
Kendougou	2 (2%)
Worthington	1 (1%)
London	1 (1%)
Agona	1 (1%)
Newport	1 (1%)
Tennessee	1 (1%)
Hadar	1 (1%)
Infantis	1 (1%)
Livingsstone	1 (1%)
Meleagrides	1 (1%)
Cerro	1 (1%)
Enteritidis	1 (1%)
Goldcoast	1 (1%)
Brandenburg	1 (1%)

intestino, el contenido del colon está teñido de bilis y, cuando se retira el contenido, la mucosa está inflamada y enrojecida en zonas delimitadas o bien en zonas muy amplias. Muchas veces aparecen detritus amarillentos adheridos a esta mucosa.

En nuestra experiencia, es muy común encontrar además a *Salmonella* como uno de los agentes causales de infecciones digestivas mixtas en cerdos adultos, en las que también pueden participar *Brachyspira hyodysenteriae*, *Brachyspira pilosicoli*, *Lawsonia intracellularis* y también *E. coli* y algunas especies de *Clostridium*.

Aunque son más comunes las infecciones subclínicas, una infección pura por *Salmonella* sin participación de ningún otro agente patógeno es suficiente para provocar un cuadro clínico

digestivo e incluso la muerte de algunos cerdos, como hemos comprobado repetidamente al realizar infecciones experimentales. El curso de la enfermedad depende del serovar. Algunos, como *S. typhimurium*, son más invasivos que otros. Además depende de la dosis infectante, de la edad del cerdo, de su estado sanitario e inmunitario, de la dieta y de las condiciones de alojamiento y manejo.

El diagnóstico debe ser siempre laboratorial, porque el cuadro clínico es poco específico y los signos pueden ser muy similares a los de otras infecciones digestivas. El cuadro lesional ayuda al diagnóstico ya que las lesiones afectan tanto al intestino delgado como al intestino grueso y son diferentes de las que originan la disentería o la ileitis.

Situación en España

En el marco de un proyecto financiado por la Subdirección General de Sanidad Animal del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, hemos realizado un mapa epidemiológico de la Salmonelosis Porcina en España. Para ello, se analizó una muestra representativa de la población de cerdos de cebo española. Se seleccionaron 232 granjas repartidas por todas las provincias en función del censo de cebo de cada una de ellas según se muestra en el **Cuadro I**.

De cada granja se tomaron 10 muestras de heces recogidas según los protocolos internacionales que fueron analizadas siguiendo la norma ISO 2579:2002 para el aislamiento de *Salmonella*.

Las cepas de *Salmonella* aisladas fueron serotipificadas y, en su caso, fagotipificadas y se estudió su patrón de resistencia a los antimicrobianos. Coincidiendo con la recogida de las muestras, se realizó una encuesta epidemiológica a las granjas en la que se recogían características de las mismas que podrían ser factores de riesgo asociados a la infección por *Salmonella*.

Los datos exactos de prevalencia son propiedad de la citada Subdirección General y son similares a los de otros países europeos.

Los serotipos aislados en las muestras recogidas y a la prevalencia de cada uno de ellos son los que figuran en el **Cuadro II**.

Los serotipos principales son los mismos que se encuentran en otros países europeos

(*Typhimurium*, *Rissen* y *Derby*) cuya situación epidemiológica de la Salmonelosis Porcina es similar a la española ya que aún no tienen programas de control obligatorios. También es elevada la prevalencia de una *Salmonella* monofásica, cuya fórmula antigénica es 4,5,12:i:- o bien 2,12:i:-, y que ha sido aislada con relativa frecuencia de brotes de diarrea en personas en nuestro país.

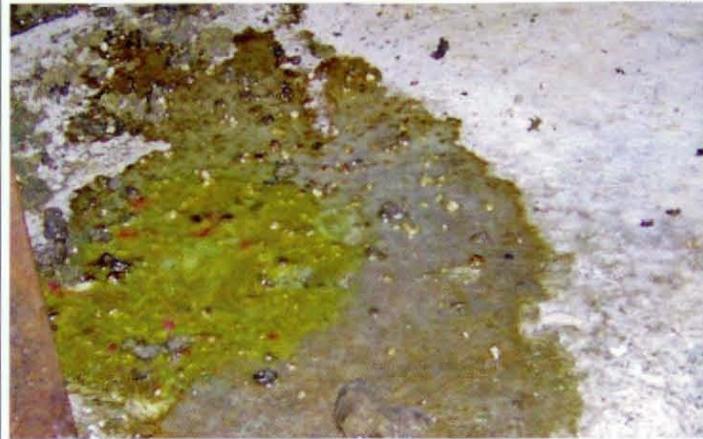
Dentro de *S. typhimurium*, encontramos una gran variabilidad de fagotipos, siendo muy frecuentes los fagotipos DT104 y U302, asociados frecuentemente a perfiles de multirresistencia a los antibióticos.

La situación española respecto a la prevalencia de la Salmonelosis y a los serotipos más frecuentes es similar a la de otros países europeos próximos en los cuales no se han llevado a cabo programas de control. La prevalencia es mayor que en los países nórdicos y en Dinamarca, donde existen programas de control desde hace años.

La clasificación de explotaciones positivas para cada uno de estos serotipos se muestra en el **Cuadro III**.

En el **Cuadro IV** aparece el porcentaje de explotaciones positivas para cada serogrupo y para las combinaciones de diferentes serogrupos detectadas simultáneamente en una misma explotación.

Teniendo en cuenta que las técnicas ELISA detectan anticuerpos contra los serogrupos B y C1, en la situación actual el empleo de estas técnicas detectaría anticuerpos en aproximadamen-



Heces amarillentas con algo de sangre al final.

te un 90% de las granjas positivas, quedando un 10% de granjas infectadas por *Salmonella* que no serían detectables usando estas pruebas serológicas.

Se encontraron diferencias apreciables en la prevalencia de explotaciones positivas entre las diferentes Comunidades Autónomas, estas diferencias no son estadísticamente significativas salvo en algunos casos concretos: la prevalencia de explotaciones positivas en Castilla y León fue significativamente menor al valor medio estimado para España siendo el riesgo de positividad 4 veces inferior para las granjas de esta Comunidad Autónoma.

En cuanto a los factores de riesgo estudiados, se identificaron como factores predisponentes claros el tamaño de la explotación y la

Cuadro IV. Porcentaje de explotaciones positivas para cada serogrupo y para las combinaciones de diferentes serogrupos detectadas simultáneamente en una misma explotación.

Serogrupos		
Denominación clásica	Denominación actual	% explotaciones positivas
B	O:4	54,5%
C1	O:7	25,3%
B + C1	O:4, O:7	6,1%
B + C2-C3	O:4, O:8	1%
B + K	O:4, O:18	1%
E1	O:3,10	5,1%
C2-C3	O:8	3%
G	O:13	1%
G + D1	O:13, O:9	1%
B + C1 + C2-C3	O:4, O:7, O:8	1%
B + C2-C3 + E1	O:4, O:8, O:3,10	1%

alimentación con pienso granulado. El riesgo es mayor a medida que aumenta el censo de la explotación y asimismo el riesgo de tener cerdos eliminadores de *Salmonella* es dos veces superior en las explotaciones que utilizan granulados en comparación con las que emplean harinas. Además, este riesgo fue igualmente dos veces superior en las explotaciones con problemas de diarrea en el cebo.

En algunos de los factores de riesgo estudiados, por ejemplo el empleo de alimentación líquida o de suelo completamente sólido, no hubo un número suficiente de explotaciones como para obtener conclusiones.

Para otros factores de riesgo, se detectaron tendencias que no llegaron a ser estadísticamente significativas. El riesgo era mayor en los cebaderos respecto a las granjas de ciclo completo, en las granjas sin valla, en las que no tenían tela pajarera en las ventanas, en las que cargaban los cerdos dentro del vallado de la granja, en las que no tenían vado sanitario, en las que la limpieza y desinfección eran menos enérgicas, en las que compraban el pienso y en las que no disponían de pozo de agua propio.

Control de la Salmonelosis Porcina

En la situación actual, no es realista hablar de erradicación de la Salmonelosis en la mayoría de las granjas de cerdos españolas. Es un objetivo factible en algunas de ellas con un considerable esfuerzo, pero no es planteable a nivel general, por tanto debe hablarse de control.

El control de la Salmonelosis tiene como objetivo disminuir la prevalencia de ésta todo lo posible en la granja, de modo de que el número de cerdos infectados que llegan a matadero sea también el menor posible.

Hay que tener en cuenta que las nuevas normas de producción sin empleo de promotores del crecimiento y, especialmente, las normas de bienestar con cerdas gestantes sueltas y un porcentaje mucho más alto de suelos sólidos implican un mayor contacto con las heces y, en consecuencia, dificultan el control de la Salmonelosis ya que se transmite principalmente por vía fecal-oral.

Salmonella es un agente ubicuo, con una distribución muy amplia en el ambiente, por ello la

infección de las granjas es fácil. El control lo complica esta ubicuidad, su gran resistencia en el ambiente, la amplia variabilidad de serotipos y la resistencia que tienen muchas cepas a los quimioterápicos entre otros factores. En consecuencia, no hay medidas de control sencillas, pero el conjunto de la aplicación de determinadas medidas puede ayudar a disminuir la prevalencia de la Salmonelosis a niveles razonables.

Las fuentes de infección son múltiples y pueden ir desde los cerdos que entran en la granja hasta el agua y el pienso, los pájaros y otros animales peridomésticos o los camiones, calzado, etc.

Las granjas libres deben mantenerse como tales mediante el control de estas fuentes de infección, y las ya infectadas deben tratar de evitar la entrada de nuevos serotipos extremando la bioseguridad y especialmente el control de los cerdos que llegan a la granja.

El pienso puede ser una fuente de infección importante y el que esté granulado no garantiza que esté libre de *Salmonella*, ya que puede contaminarse en cualquier punto de la cadena de transporte a la granja. Por ejemplo, no es raro observar a decenas de palomas sobre el pienso a la vez que cargan en la fábrica los camiones con tolvas abiertas. Los silos de la granja y los sistemas de transporte de pienso también pueden estar contaminados si no se hace una buena limpieza y desinfección periódicas.

La alimentación líquida fermentada aún se emplea muy poco en España y, en los estudios realizados en otros países, ha demostrado ser muy eficaz para el control de la Salmonelosis. Del mismo modo, el empleo de acidificantes y de pre y probióticos contribuye a disminuir la prevalencia. El uso de pienso en harina es mejor que el granulado, pero puede empeorar el índice de conversión y la ganancia media diaria.

Las medidas de manejo e higiene estrictas, como son el vaciado sanitario, la limpieza y desinfección enérgicas incluyendo el vaciado y desinfección de las fosas, así como el control de roedores son fundamentales ya que los cerdos pueden infectarse fácilmente con *Salmonella* presente en el polvo, los restos de heces y la materia orgánica que quedan en las instalaciones.

El agua de bebida puede ser una fuente de infección importante, especialmente cuando los depósitos están abiertos y acumulan materia orgánica. Es conveniente el tratamiento adecuado del



Diarrea amarillenta.

agua y el hacer controles periódicos, ya que las propias tuberías pueden estar contaminadas.

Otra medida de control es la vacunación, pero tiene el problema de que dificulta el diagnóstico serológico ya que no es posible actualmente diferenciar los anticuerpos inducidos por una infección natural de los que induce la vacunación con el mismo serovar o con serovares del mismo serogrupo.

La vacunación contra la enfermedad causada por *S. choleraesuis* se ha empleado mucho en Norteamérica, pero lo que interesa en Europa es el empleo de vacunas para disminuir la prevalencia de las infecciones del cerdo por los serovares zoonóticos que pueden encontrarse en él, principalmente *S. typhimurium*.

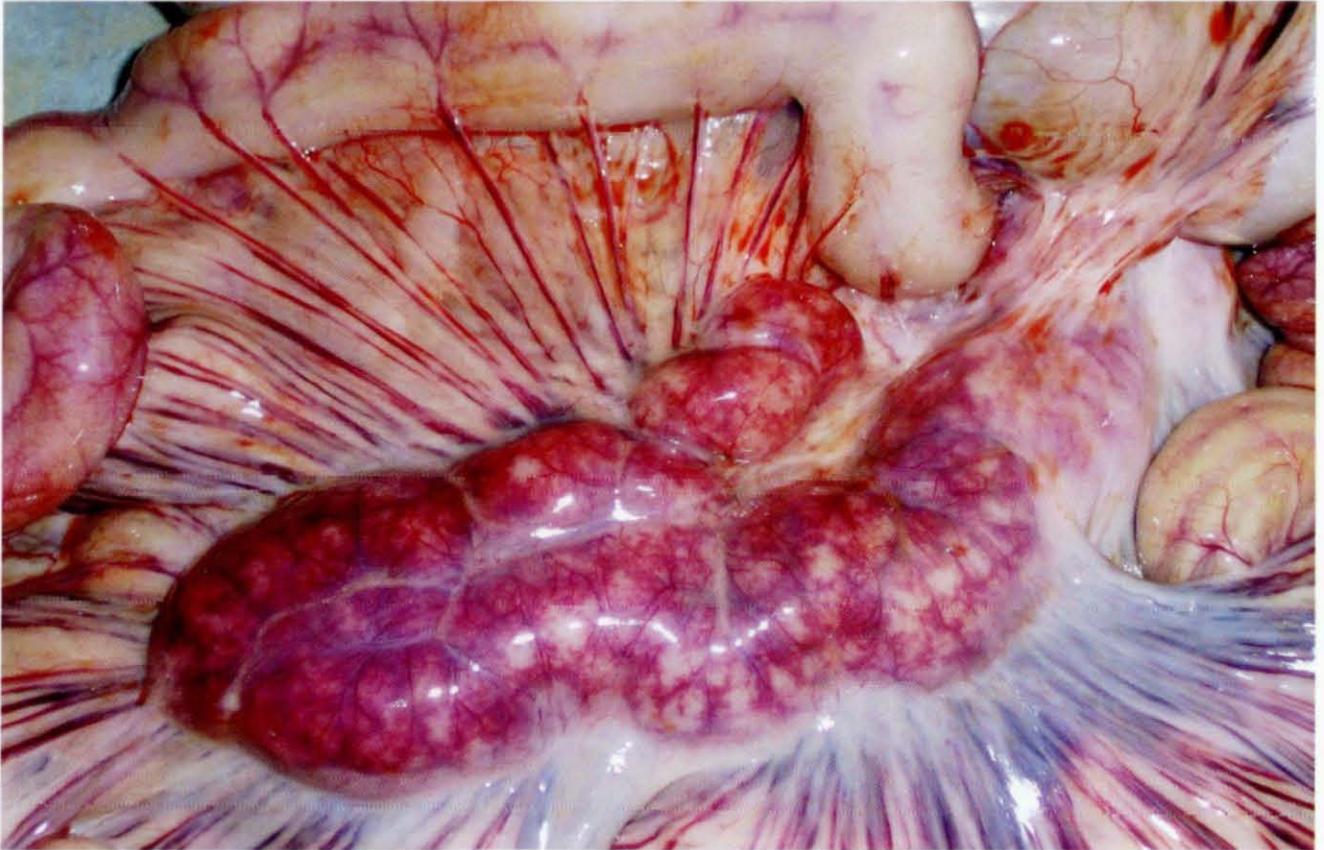
La vacunación con vacunas adecuadas es eficaz para controlar el cuadro clínico digestivo que pueden causar los diferentes serovares de *Salmonella* que se pueden encontrar en las granjas españolas, pero la eficacia de las vacunas para ayudar a disminuir la prevalencia de la infección es va-

riable y depende de la calidad de la vacuna entre otras cosas. En las condiciones actuales, la vacunación es una posible medida más de los programas de control, que puede contribuir asociada a otras medidas a disminuir la prevalencia.

Una buena vacuna dificulta la infección de los cerdos vacunados, al hacer necesaria una dosis infectante más alta, reduce el porcentaje de cerdos infectados y también hace que los cerdos vacunados, en caso de que lleguen a infectarse, eliminen *Salmonella* durante menos tiempo y en menor cantidad que los que no lo están.

Uno de los inconvenientes de la vacunación es que no hay protección cruzada total entre unos y otros serotipos. En general, la protección cruzada es mayor entre serovares que son más similares antigénicamente que entre los que tienen una estructura antigénica muy diferente.

Como hemos indicado, la vacunación interfiere con el diagnóstico. Cuando la prevalencia es muy elevada, este inconveniente tiene una importancia práctica menor si la vacuna ayuda a dismi-



Ganglios linfáticos mesentéricos

nuir considerablemente la prevalencia, pero a medida que los programas de control avanzan puede ser un problema de mayor gravedad.

Se han empleado numerosos tipos de vacunas para reducir la prevalencia de la Salmonelosis. Entre ellas, hay vacunas hechas con cepas atenuadas de *S. choleraesuis* y que han demostrado dar protección cruzada contra la infección por *S. typhimurium* a pesar de que ambas son de diferente serogrupo y, por tanto, tienen antígenos O diferentes.

También se han empleado con frecuencia vacunas homólogas y principalmente autovacunas, que pueden ser una herramienta útil si están hechas en las condiciones adecuadas.

Hay además numerosas posibilidades de obtención de vacunas atenuadas mediante la manipulación genética de diferentes serovares de *Salmonella*. Estas vacunas son absolutamente inocuas, no replican en el hospedador y han demostrado ser eficaces, pero con las normas actuales de la Unión Europea es difícil que se autorice su empleo.

El campo de la inmunización contra la Salmonelosis porcina está aún muy abierto y es posible que aparezcan nuevas vacunas en el futuro, pero en el momento actual, no existe ninguna vacuna comercial en España.

En definitiva, el control de la Salmonelosis es complejo y no hay recetas sencillas y fáciles de aplicar que tengan una gran eficacia. Puede conseguirse mediante el empleo conjunto de medidas de manejo, higiene, alimentación e inmunización que además deben adaptarse en cada caso a las características de cada granja.

Como hemos indicado, las nuevas normas de bienestar animal en la producción porcina son una dificultad añadida para el control de esta infección. Este control será mucho más complejo en un país como España, en el cual los sistemas de producción y las características de las granjas son extraordinariamente variables, que en los países nórdicos, con unas condiciones climáticas completamente diferentes y unos sistemas de producción mucho más homogéneos.

Salmonelosis Porcina: casos clínicos

*Victoriano Fernández Benito, *Javier Velasco Diego,

***Antonio Benito Martín y **Miryam Nieto García.

**Veterinarios de Zootecnia. Análisis Clínicos Veterinarios (Salamanca)*

***Técnico Superior de Laboratorio de Zootecnia. Análisis Clínicos Veterinarios*

****Veterinario de Insavet. (Salamanca).*

Todos sabemos y debemos de tener en cuenta la importancia de la Salmonelosis Porcina como zoonosis, ya que es la segunda causa de intoxicación por *Salmonella* en humanos después de las aves. El tema que intentamos tratar son los casos clínicos de enfermedad que en los últimos años hemos visto en aumento. De esta manera queremos dar a conocer desde nuestra experiencia los diferentes casos clínicos, desde los más conocidos como la diarrea a las formas septicémicas quizás menos frecuentes y con una gama de síntomas variados que podemos confundir con otras enfermedades.

Etiología

La *Salmonella* es una bacteria con una gran capacidad de adaptación al medio y a una gran cantidad de animales vertebrados e invertebrados.

El género *Salmonella* contiene más de 2.400 serotipos. En la serotipificación intervienen antígenos somáticos (O) y flagelares (H) y en algunas ocasiones pueden detectarse antígenos capsulares (Vi).

En los casos clínicos que nosotros hemos diagnosticado hasta ahora los serotipos que hemos detectado son:

- *Salmonella* ser. *typhimurium*.
- *Salmonella* ser. *cholerasuis*.
- *Salmonella* ser. *infantis*.

Epidemiología

La epidemiología de esta enfermedad es compleja entre otras cosas porque difiere enormemente la prevalencia de la infección y la incidencia de la enfermedad clínica dependiendo de áreas geográficas, clima, métodos de explotación, etc.

Salmonella se propaga por contacto directo o indirecto, siendo los animales infectados la fuente de contagio directamente a otros animales (heces o aerosoles) e indirectamente por contaminación del medio ambiente (alimento, agua, vectores, suelo, etc.).

La propagación de la infección en la misma granja se produce mediante animales enfermos o animales portadores que contagian los animales



Vasculitis. Coloración rojiza en la piel.

de su entorno así como al medio ambiente (alimento, agua, suelos, etc.) a partir de las heces.

La diseminación de la infección a otras granjas se produce por la entrada de animales portadores, que en el momento de la entrada sufren un gran estrés y aumentan la eliminación de *Salmonella* e incluso pueden sufrir la enfermedad clínica, o por la entrada a través de la contaminación de piensos, agua y vectores (roedores, aves, etc.).

El estado de portador se produce porque *Salmonella* es un organismo intracelular facultativo que sobrevive en los fagolisosomas de los macrófagos pudiendo eludir así los efectos de los anticuerpos y del complemento. La persistencia del estado portador es la característica más importante desde el punto de vista epidemiológico.

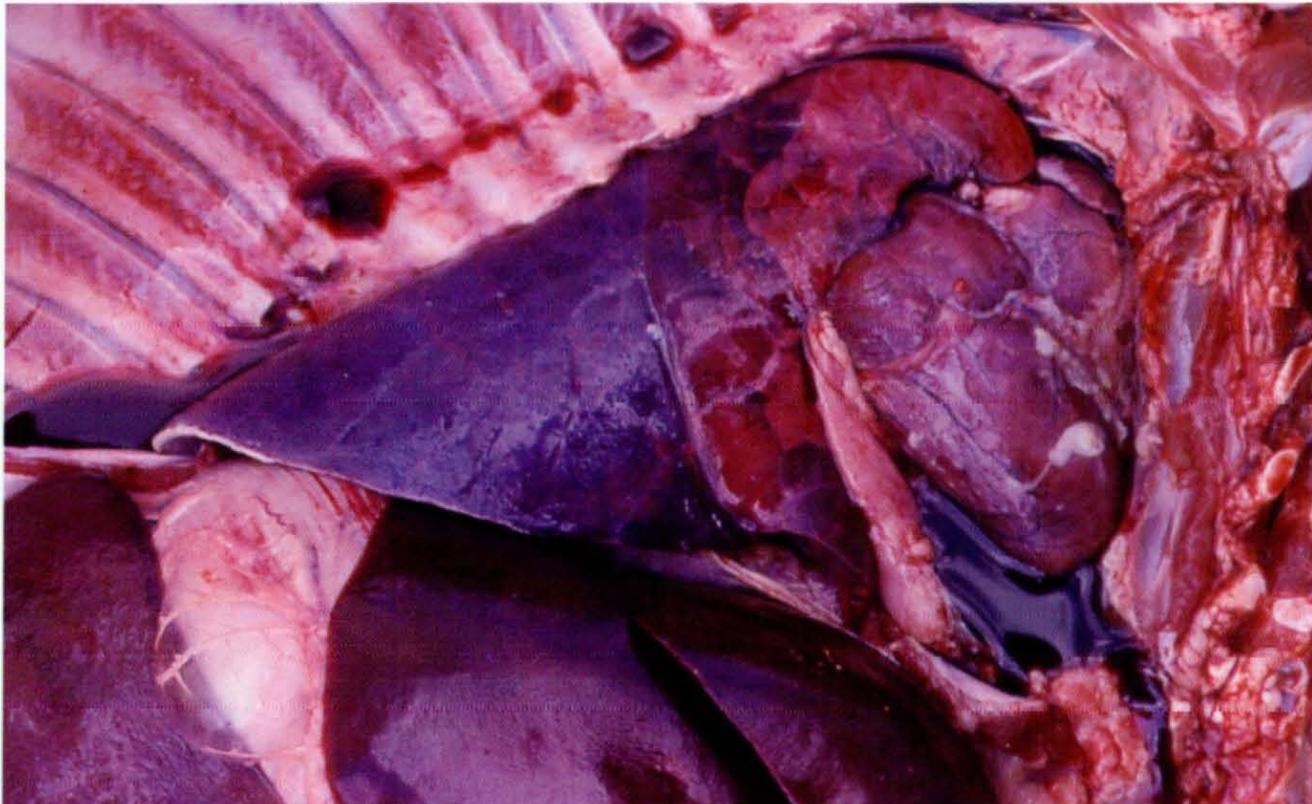
Los portadores pueden ser activos con eliminación constante o intermitente de *Salmonella* o latentes en el cual *Salmonella* suele estar en ganglios linfáticos (mesentéricos y amígdalas palatinas) sin eliminación de la misma. El estado de portador tiene una gran importancia a nivel de

contaminación de otros animales y del medio ambiente, además estos animales pueden sufrir la enfermedad en el caso de someterlos a estados de estrés como en el caso de transporte, hacinamiento, hambre, enfermedades concurrentes, etc.

Los portadores también tienen una gran importancia a nivel zoonótico por la contaminación fecal de las canales en el matadero. Hay que tener en cuenta el grado de estrés que sufren los animales en la carga, transporte y estancia en las dependencias de los mataderos y como consecuencia el aumento de eliminación de *Salmonella* por las heces y la contaminación de las canales y el paso a la cadena alimenticia.

La infección por *Salmonella* no es una causa suficiente para contraer la enfermedad, sino que depende de la dosis infectiva, virulencia de las cepas, estado inmunitario, edad del hospedador, etc.

Por lo general, para padecer la enfermedad es necesario algún factor desencadenante y en el caso de la Salmonelosis el factor más importante



Pulmón no colapsado. Coloración rojiza violácea.

es el estrés. Los factores de estrés más importantes que hemos observado y que influyen en el desencadenamiento de la enfermedad son la entrada de cerdas en salas de parto, destete de lechones, cambios de alimentación, enfermedades concurrentes, medicaciones para el tratamiento de otras enfermedades y como consecuencia la eliminación de flora competente, transporte, mezcla de animales de diferentes orígenes, hacinamiento, privaciones de alimento o agua y carencias alimenticias.

La vía de acceso de la infección es predominantemente por ingestión, por lo tanto los factores que dependen de que se produzca enfermedad son el grado de contaminación y las condiciones ambientales de temperatura y humedad que determinan la supervivencia de *Salmonella* en el medio.

Los sistemas de explotación tienen su grado de importancia en la infección y posible enfermedad posterior. Los sistemas de explotación extensivos dependen mucho de las condiciones medioambientales, convivencia con otras especies domésticas y salvajes posibles portadores que contaminen pastos y agua.

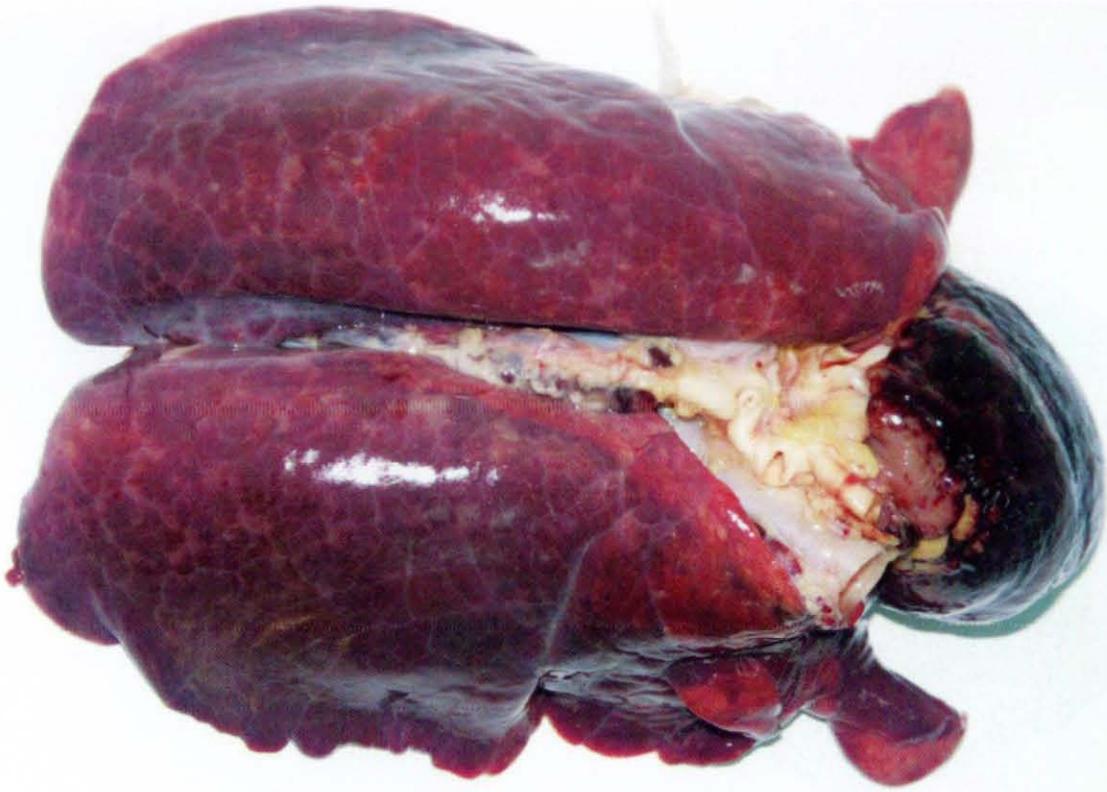
La intensificación de las explotaciones ha contribuido de forma significativa a incrementar la tasa de infección actual y los factores medioambientales y de estrés a los que están sometidos en este tipo de explotación han hecho aumentar también los casos clínicos de enfermedad.

Los principales medios para la introducción de *Salmonella* en la granja son por animales portadores y piensos contaminados, y en menor grado por vectores o animales silvestres.

En cuanto a los factores dependientes de *Salmonella* debemos destacar que son microorganismos intracelulares facultativos capaces de sobrevivir en los fagolisosomas de los macrófagos evitando así la acción de los anticuerpos.

El lipopolisacárido (LPS) del antígeno O de *Salmonella* es tóxico y actúa como un importante factor de virulencia y se cree que la inmunidad frente al LPS desempeña un papel importante como mecanismo de defensa del hospedador frente a *Salmonella*.

También se han descrito antígenos fimbriales, estas fimbrias intervienen en diversos factores de



Pulmón no colapsado, muy congestivo. Ganglios mediastínicos hemorrágicos y no aumentados de tamaño. Hemorragias en corazón.

virulencia de la bacteria en el hospedador y en el medio incluyendo la inoculación y la estabilización en las células epiteliales, la colonización de los receptores, el mantenimiento de una infección persistente en el hospedador a través de la captura selectiva de la bacteria por los fagocitos y la evasión de los mecanismos de defensa inmunológicos específicos del hospedador. Las fimbrias también pueden ser útiles en algunas pruebas diagnósticas.

Salmonella es relativamente resistente a ciertos factores ambientales, pudiendo proliferar a temperaturas entre 8 y 45 °C, con concentraciones hídricas de 0,94 y a intervalos de pH de 4 a 8 y también es capaz de proliferar en medios con escasez o ausencia total de oxígeno.

Salmonella es resistente a la falta de agua, puede sobrevivir durante años en heces secas, paja, pienso y otros alimentos; también se ha descrito su larga supervivencia en suelo y agua.

Es sensible al calor y no sobrevive a temperaturas mayores de 70 °C, es sensible a la pasteurización. También es muy sensible a las radiaciones beta y gamma.

Otra característica de *Salmonella* es la resistencia antibiótica mediada por plásmidos, que ha ido aumentando en los últimos años de manera considerable y sobre todo en los cerdos porque en estos animales los antibióticos han sido utilizados como tratamiento de enfermedades infecciosas y como factores de estimulación del crecimiento. El uso continuado de los antibióticos en la especie porcina se ha considerado como la principal causa de la presión selectiva que conduce a la aparición de cepas resistentes. El incremento de la proporción de *Salmonella* resistente aumenta la frecuencia de los casos clínicos de Salmonelosis.

También existe una relación entre el empleo sistemático de antibióticos resistentes para *Salmonella* en el tratamiento de otras enfermedades infecciosas y la aparición de casos clínicos de Salmonelosis, debido a que hay una eliminación de gérmenes y flora competente, lo que permite que un reducido número de *Salmonella* resistente provoque la aparición de la enfermedad clínica. Por lo tanto la aparición de *Salmonella* resistente a antibióticos



Hepato y esplenomegalia.

hace más difícil la elección del tratamiento para otras infecciones.

Patogenia

Muchos de los factores de patogenicidad permanecen sin explicación, particularmente la relación entre las toxinas de *Salmonella* y el daño celular que producen.

Tras la infección generalmente por vía oral, sobreviven a la lactoperoxidasa de la saliva, al pH ácido de los jugos gástricos y alcanzan el intestino. La invasión se produce a través de la pared intestinal (ileon distal y ciego) y avanza hasta ganglios mesentéricos. La progresión a partir de aquí depende de factores como el estado inmunitario del animal, estrés, virulencia de cepas, etc.

La virulencia de *Salmonella* se relaciona con su capacidad de invadir las células hospedadoras, replicarse en su interior y resistir tanto la acción de las Ig A de la mucosa intestinal, la digestión de los fagocitos y la destrucción por acción del Complemento.

La adhesión a la superficie de los enterocitos y células M de las placas de Peyer, compitiendo con la microflora habitual del intestino, se realiza seguramente a través de la fijación por las fimbrias, adhesinas de superficie y hemaglutinina. Las bacterias producen la ondulación de las membranas celulares favoreciendo el ingreso en las células en vesículas formadas por la propia membrana que a menudo llegan a coalescer. Se multiplican en estas vesículas y pueden ser eliminados de las células que sufren un ligero daño transitorio. El complejo proceso de invasión es mediado por los productos de la expresión de varios genes cromosómicos, mientras que la capacidad de crecer en el interior de las células hospedadoras depende de la presencia de plásmidos de virulencia.

La resistencia a la digestión de los fagocitos y a la acción del complemento facilita la difusión de *Salmonella* por el organismo del hospedador. Los efectos tóxicos oxidativos de los radicales libres producidos por los fagocitos son minimizados por las actividades de las enzimas catalasa y superóxido dismutasa. La resistencia

a la acción del complemento depende en parte de la longitud de las cadenas lipopolisacáridas (LPS) del antígeno O, ya que las cadenas largas previenen el ataque de los componentes del complemento sobre la membrana celular. El LPS es también responsable de los efectos endotóxicos y puede contribuir a la respuesta inflamatoria local que daña las células del epitelio intestinal y da lugar a la aparición de la diarrea. El LPS de la pared también interviene en el shock endotóxico que acompaña a la forma septicémica.

De los ganglios linfáticos la bacteria se disemina alcanzando las células reticuloendoteliales del hígado y desde allí invade el torrente sanguíneo. Una vez que se ha establecido la infección sistémica, la Salmonelosis se puede establecer como enfermedad clínica.

Las consecuencias de la infección varían desde un estado de portador subclínico a septicemia fatal aguda. *Salmonella* a menudo se localiza en la mucosa del íleon, ciego y colon, y en los ganglios mesentéricos de los animales infectados. Aunque la mayoría de los organismos son eliminados de los tejidos por los mecanismos de defensa del hospedador, la infección subclínica puede persistir dando lugar a la eliminación de pequeñas cantidades de *Salmonella* por las heces (portador activo). También se pueden presentar infecciones latentes en las que *Salmonella* está presente en la vesícula biliar, amígdalas palatinas y ganglios linfáticos y no son eliminadas (portador latente). La enfermedad clínica puede desarrollarse a partir de infecciones subclínicas y latentes si los animales portadores se ven sometidos a un estrés. Algunos de estos factores como el transporte, hacinamiento, inanición, cambios de ración, edad, tratamiento oral con antibióticos, enfermedades intercurrentes, destetes, han demostrado ser muy significativos en brotes de la enfermedad.

Otros factores determinantes en la instauración de la enfermedad clínica son el número de *Salmonella* ingerida y su virulencia, así como la susceptibilidad del hospedador (estado inmunológico, edad, etc.).

Los casos de enteritis se pueden producir al mismo tiempo que la infección aguda o más tarde en animales portadores. La patogenia de la Salmonelosis supone un aumento del contenido AMPc y de la concentración de las prosta-



Petequis en riñón.

glandinas en las células de la mucosa, así como una respuesta inflamatoria a las bacterias. La bacteria debe invadir el epitelio de la mucosa intestinal para poder desencadenar el trastorno. Posteriormente hay una erosión y edema de la mucosa cecal, prosigue un engrosamiento y aparece una caseificación difusa sobre las erosiones. La membrana necrótica se llega a desprender, cesa por completo cualquier función y el proceso inflamatorio afecta a toda la pared intestinal llegando a quedar completamente destruida la pared muscular. El colon suele ser la parte más afectada provocando una enteritis necrosante focal o difusa.

Las bacterias proliferan en el intestino, invaden el epitelio intestinal, estimulan la secreción de líquidos (diarrea) y se diseminan a ganglios mesentéricos y otros órganos.

Los casos de septicemia se producen después de la invasión del torrente circulatorio, produciendo una reacción febril, pudiendo dar lugar a una septicemia precoz con muerte rápida. También se puede producir una enteritis aguda, muchos animales sobreviven a esta fase y *Salmonella* se localiza en tracto gastrointestinal, ganglios mesentéricos, amígdalas palatinas y ganglios regionales. Estos animales se convierten en portadores y pueden eliminar *Salmonella* de forma continua o intermitente, quedando como fuente de infección para otros animales o pudiendo desarrollar la enfermedad clínica al sufrir algún proceso de estrés.

Clinica

La Salmonelosis se produce en los cerdos generalmente tras el destete y hasta casi finalizado el cebo, pero es más frecuente en las primeras fases de engorde. También la podemos observar en los reproductores.

Las formas de presentación son la Salmonelosis septicémica y la enterocolitis aguda o crónica.

El proceso siempre suele empezar con unas primeras fases de diarrea debido a que la infección es generalmente vía oral y las bacterias actúan en primer lugar sobre la pared intestinal. Después el proceso evoluciona a diarreas crónicas o a formas septicémicas con diferentes presentaciones e incluso la posibilidad frecuente de ver juntas en una misma explotación todas estas formas de presentación. Por lo tanto las manifestaciones clínicas principales son septicemia y enteritis, pudiéndose presentar separadas o la vez.

La Salmonelosis septicémica normalmente es fatal con cursos hiperagudos, muertes súbitas, sin ver al animal enfermo o con un curso de varios días con fiebre elevada; tono rojizo o violáceo de la piel (vasculitis) muy característica pero no patognomónica, sobre todo a nivel de cola, orejas, hocico y papada; debilidad del tercio posterior; disnea y tos (confusión con neumonía primaria) y en ocasiones síntomas nerviosos con convulsiones. En reproductores además de estos síntomas también hemos observado problemas reproductivos como abortos o nacimientos prematuros.

La forma crónica o entérica puede desarrollarse a partir de la aguda pero generalmente es insidiosa desde el comienzo. Está caracterizada por heces amarillas sueltas, conteniendo filamentos de fibrina, olor pútrido, emaciación progresiva y debilidad hasta la muerte.

Lesiones

En los casos clínicos que se nos han presentado las lesiones macroscópicas, tanto en muestras

“

Para una correcta prevención debemos de tener en cuenta que la vía de entrada más importante de la infección en una granja es mediante portadores y por piensos contaminados

”

recibidas como en necropsias realizadas por nosotros, son las siguientes:

Externamente hay una coloración violácea-rojiza de la piel sobre todo en cabeza, orejas, extremidades, axilas y zonas declives. Puede llegar a haber necrosis de orejas y punta de la cola.

Internamente las lesiones son típicamente hemorrágicas en forma de petequias.

Los nódulos linfáticos, con un invariable o pequeño aumento de tamaño, se encuentran hemorrágicos y están más afectados los nódulos viscerales que los periféricos. Los ganglios mesentéricos sí que están aumentados de tamaño con hemorragias parenquimatosas o extravasaciones en los senos periféricos.

Los pulmones no se colapsan por el líquido espumoso en las vías respiratorias. Están de color azulado pálido o púrpura. Por debajo de la pleura visceral hay pequeños focos oscuros de hemorragias. Los pulmones están encharcados y hay líquido en tejido interlobular. Estas lesiones se apre-

cian mejor en las zonas mediales y caudales ya que en las zonas craneales son asiento de neumonía lobular aguda. Estos cambios pulmonares son los responsables de los signos respiratorios. La neumonía es intersticial por la acción de *Salmonella* sobre los vasos alveolares. En ocasiones el daño del tabique alveolar conduce a una efusión copiosa de fibrina y a una neumonía fibrinosa extensa en los lóbulos posteriores.

En el corazón la serosa cardiaca con frecuencia tiene petequias y en algunas ocasiones más virulentas hay pericarditis fibrinohemorrágica con escaso exudado líquido.

El bazo está aumentado de tamaño de color oscuro y con bordes agudos. Puede haber petequias en la cápsula pero no se presentan infartos típicos de otras enfermedades (Mal Rojo, Peste Porcina).

El hígado generalmente está congestionado y pueden verse hemorragias focales en la cápsula. En algunos casos son muy grandes afectando hasta la mitad del área central de un lóbulo. Estas lesiones pueden estar dispersas al azar por todo el



Placas de Peyer aumentadas de tamaño.

hígado o más frecuentemente agrupadas en el borde de un lóbulo. Si estuviera todo el lóbulo afectado habría que diferenciar estas lesiones de una hepatitis dietética. En algunos hígados hay pequeños focos amarillos de necrosis denominados "nódulos paratifoideos".

El riñón en su corteza renal puede haber hemorragias puntiformes. Si son muy numerosas pueden provocar la apariencia de "huevo de pavo". Los riñones pueden tener un color normal o las cortezas pueden estar pálidas y la médula intensamente congestionada como en otras septicemias.

Las hemorragias petequiales se pueden producir en las meninges y cerebro, pero no hay ningún signo de inflamación macroscópica.

A veces se produce la localización en las membranas sinoviales, produciendo polisinovitis y a veces poliartritis. Lo más frecuente es tener un aumento en el volumen de líquido con una hipertrofia roja, aterciopelada de las vellosidades sinoviales.

El estómago muestra el color rojo negro intenso del infarto y congestión severos, comunes a la endotoxemia en los lechones después de destetados.

El intestino puede carecer de lesiones, haber una enteritis catarral o, más frecuentemente, la enteritis es hemorrágica aumentando en severidad distalmente terminando en una ileitis hemorrágica. Las mucosas del ciego y colon pueden ser normales pero si el curso es prolongado hay una hiperemia o inflamación fibrinohemorrágica, dando como resultado una enteritis diftérica difusa en el ciego y colon o "úlceras de botón" focales. Estas úlceras focales se pueden producir en puntos donde las bacterias han abierto el epitelio o pueden estar centradas en las placas de Peyer o folículos linfoides solitarios. También puede sobrevenir una enteritis necrótica debida a la invasión secundaria del ileon e intestino grueso erosionados.

Los cambios histológicos que se producen en los órganos internos en la enfermedad aguda es-

tán asociados principalmente con daño endotelial debido a la endotoxina y a la localización focal de las bacterias.

Diagnóstico

Nos vamos a centrar en el diagnóstico de los casos clínicos de Salmonelosis Porcina y la herramienta fundamental que utilizaremos será el aislamiento microbiológico aunque existen otras técnicas como la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR).

Como ya hemos dicho con anterioridad, nos vamos a encontrar con formas entéricas donde el principal síntoma es la diarrea y con formas septicémicas con diferentes presentaciones y sintomatología, desde diarreas hasta muertes de animales. Las muestras recogidas de estos casos son para el laboratorio fundamentales para llegar a un buen diagnóstico. En el caso de las formas entéricas vamos a contar prácticamente como única muestra con heces tomadas de animales enfermos, y en las formas septicémicas que nos encontremos con animales muertos debemos recoger muestras representativas (en cantidad y calidad) de todos los órganos y ganglios regionales así como las partes más importantes del aparato digestivo (íleon, ciego, colon y ganglios mesentéricos).

El mayor problema en el aislamiento lo tendremos con las muestras de heces por la gran cantidad de gérmenes (Enterobacterias) que contiene la muestra y que actúan como competentes en los procesos de aislamientos.

Otros problemas que podemos tener en el laboratorio son la recogida incorrecta de muestras, su mala conservación y también la recogida de muestras de animales sometidos a tratamientos antibióticos.

Las muestras recibidas en el laboratorio se sembrarán en caldos de cultivo de enriquecimiento no selectivo para recuperar *Salmonella* en mal estado, en caldos de enriquecimiento selectivos que potencian el crecimiento de *Salmonella*, y en medios de cultivo selectivos donde

“

El tratamiento de la Salmonelosis Porcina lo debemos realizar en los casos clínicos de la enfermedad y en el control de la infección en las granjas positivas

”

obtendremos el aislamiento de *Salmonella*. Después del aislamiento debemos confirmar que realmente se trata de una *Salmonella* mediante reacciones bioquímicas más o menos rápidas y sencillas. Posteriormente las cepas confirmadas serán enviadas a laboratorios de referencia para la determinación del serotipo.

Otro tipo de diagnóstico se centrará en la detección de granjas infectadas de *Salmonella* y sin sintomatología clínica. En este caso se utilizarán coprocultivos (aislamiento microbiológico) y serología (detección de anticuerpos).

Los coprocultivos se hacen mediante muestras de heces recogidas en número y cantidad representativa de cada fase de la granja. Este método nos permite llegar a saber que tipos de *Salmonella* infectan la granja. Los contras de este método son que la eliminación de *Salmonella* es intermitente o no hay eliminación por parte de los portadores asintomáticos, la bajísima eliminación en

granjas muy poco infectadas, los tratamientos antibióticos que se realizan en las explotaciones de porcino y la propia dificultad del aislamiento de *Salmonella* en muestra de heces.

La serología se realiza mediante técnicas ELISA comerciales que detectan anticuerpos específicos de *Salmonella* de los serotipos más comunes que afectan al cerdo, y se pueden realizar en suero o jugo cárnico (muestras de matadero). Esta técnica tiene como ventajas la facilidad de recogida de muestras en granja y matadero, es una técnica relativamente barata, y se pueden procesar muchas muestras a la vez y en poco tiempo. Los inconvenientes de esta técnica es que no podemos saber los serotipos de *Salmonella* que tenemos en la granja y que si hay un serotipo diferente en la granja a los incluidos en el ELISA, no lo detectaremos.

Para paliar los pros y los contras de cada método podemos utilizar los dos métodos conjuntamente y chequear las granjas mediante la detección de anticuerpos y posteriormente confirmar el serotipo de *Salmonella* mediante coprocultivos.

Diagnóstico diferencial

Debemos diferenciar los cuadros clínicos de Salmonelosis Porcina con otras enfermedades que puedan aparecer en las granjas porcinas y que puedan tener sintomatología parecida.

Los síntomas nerviosos que se producen sobre todo en lechones postdestete los debemos de diferenciar de la Enfermedad de los Edemas, de la gastroenteritis por toxinas de *E. coli* y de las meningitis estreptocócicas.

Los síntomas de diarrea los debemos de diferenciar de la Disentería, Ileitis y Tricuriasis.

La coloración rojiza de la piel y las muertes súbitas de cerdos de más de cuatro meses de edad las debemos de diferenciar del Mal Rojo septicémico.

Los síntomas respiratorios los debemos de diferenciar con todas las enfermedades que concurren en el Síndrome Respiratorio Porcino.

Y por último con la PPC, con la que se confundió en su día y por la que recibió el nombre de Cólera Porcino por el aislamiento de *Salmonella* de manera secundaria en los casos de esta enfermedad.

Tratamiento

El tratamiento de la Salmonelosis Porcina lo debemos realizar en los casos clínicos de la enfermedad y en el control de la infección en las granjas positivas.

En los casos clínicos de la enfermedad, el tratamiento más importante es el realizado con antibióticos; este tratamiento lo debemos basar tras un diagnóstico mediante el aislamiento de la bacteria y un posterior antibiograma.

Debemos de tener en cuenta a la hora de utilizar un antibiótico, las resistencias adquiridas de *Salmonella* a los antibióticos y que la utilización de antibióticos resistentes puede acelerar el curso de la enfermedad porque estamos eliminando gérmenes competentes para *Salmonella*. También debemos de tener en cuenta que es una bacteria intracelular facultativa y que nos la encontraremos tanto en aparato digestivo como en el resto de órganos. Por tanto debemos de utilizar antibiótico que tanto por vía oral como parenteral llegue en concentraciones adecuadas donde esté ubicada *Salmonella*.

En el caso de la utilización de antibióticos en el control de la infección e las granjas donde ya ha sido diagnosticada la Salmonelosis, lo haremos



Aislamiento de *Salmonella* spp. en medio de cultivo específico.



Enteritis catarral y ganglios mesentéricos aumentados de tamaño.

con antibióticos sensibles de manera preventiva en las fases donde los animales puedan estar sometidos a estrés (parideras, destetes, etc.) y podamos tener casos clínicos. Además, así controlaremos las infecciones asintomáticas y la creación de nuevos portadores.

Se pueden utilizar otro tipo de tratamientos no antibióticos de la Salmonelosis como puede ser la acidificación de los piensos y agua mediante acidificantes y otros aditivos, y se utilizarán como tratamiento de apoyo a los antibióticos en los casos clínicos y como control de la Salmonelosis de una manera más continuada.

Prevención y control

Para una correcta prevención debemos de tener en cuenta que la vía de entrada más importante de la infección en una granja es mediante portadores y



Vasculitis en papada y necrosis en la punta de la oreja.

por piensos contaminados, por lo que los mayores esfuerzos deben de centrarse en estos dos puntos.

En la entrada de animales nuevos a la granja podemos detectarlos mediante chequeos serológicos que son rápidos y sencillos, y coprocultivos.

El control de los piensos puede ser un poco más complejo, pero se debería realizar análisis de materias primas o de piensos terminados.

Otra vía menos común de entrada de la infección es por vectores (aves, roedores, transporte, etc.). El control de estos vectores debe estar instaurado de forma sistemática y exhaustiva en todas las granjas para el control de la Salmonelosis y otras muchas enfermedades que pueden aparecer en las explotaciones porcinas.

En el control de la propagación de la infección en la granja ya infectada debemos de tener en cuenta los siguientes puntos:

- Tratamientos antibióticos de manera preventiva: en fases donde los cerdos estén sometidos a factores de estrés.
- Movimiento de animales: pasar a los animales a las diferentes fases sin dejar animales retrasados y juntarlos con otros lotes que vengan detrás, o sea realizar un todo dentro-todo fuera.

- Las fuentes de agua y comida (bebederos y comederos) deben de estar situadas y construidas de manera que no puedan ser contaminadas con las heces de animales portadores o enfermos.
- Identificación de portadores. Este punto será importante sobre todo a nivel de los reproductores.
- Limpieza y desinfección de instalaciones de manera regular y sobre todo después de un todo dentro-todo fuera.
- Evitar la contaminación del medio ambiente mediante los purines.
- Extremar las medidas de precaución con el transporte.
- Inmunización de los animales mediante vacunas. Deberíamos de tener en cuenta dos puntos en la utilización de vacunas: uno sería la utilización de vacunas muertas o atenuadas y el otro sería la utilización de vacunas orales o parenterales. En cualquier caso con la utilización de vacunas buscamos que disminuya la presión infectiva por lo tanto disminuirían los portadores y como consecuencia disminuirían también los casos clínicos.