



Universidad
Católica de
Valencia
San Vicente Mártir

TFG

TRABAJO FIN DE GRADO

**GRADO EN
VETERINARIA**

Prevalencia de *Salmonella spp.* en cerdas reproductoras en España

Alumno: Marc Ortega Tudela

Tutor: Marta González Clari

Curso académico: 2018/2019



Facultad de Veterinaria
y Ciencias Experimentales
Universidad Católica de Valencia
San Vicente Mártir

ÍNDICE:

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS DEL ESTUDIO	3
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1 IMPORTANCIA DEL SECTOR PORCINO EN ESPAÑA	4
1.2 IMPORTANCIA A NIVEL DE PRODUCCIÓN:.....	6
1.3 IMPORTANCIA A NIVEL DE CONSUMO.....	7
1.4 IMPORTANCIA A NIVEL ECONÓMICO	8
2. IMPORTANCIA DE LA SALMONELOSIS	9
2.1 TAXONOMÍA Y GENERALIDADES DE <i>SALMONELLA</i> <i>SPP.</i>	9
2.2 IMPORTANCIA DE <i>SALMONELLA</i> <i>SPP.</i> EN CERDOS	10
2.2.1 Transmisión, patogenia y signos clínicos de <i>Salmonella</i> spp. en cerdos.....	10
2.2.2 Control <i>Salmonella</i> spp. en explotaciones.....	10
2.3 IMPORTANCIA DE <i>SALMONELLA</i> EN LOS ALIMENTOS.....	11
2.3.1 <i>Salmonella</i> spp. en humanos.....	11
2.3.2 Brotes de <i>Salmonella</i> spp. transmitidos por alimentos	12
2.3.3 Serovares en los casos confirmados de salmonelosis en humanos	13
3.PREVALENCIA DE <i>SALMONELLA</i> <i>SPP.</i>.....	14
3.1 PREVALENCIA DE <i>SALMONELLA</i> EN CERDAS REPRODUCTORAS DE LA UNIÓN EUROPEA	14
3.1.1 Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en los núcleos de selección de reproductoras	14
3.1.2 Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en las explotaciones de madres	17
3.1.3 Serotipos más frecuentemente aislados.....	20
3.2 ESTUDIOS REALIZADOS EN REPRODUCTORAS EN ESPAÑA	22
4. FACTORES DE RIESGO	26
4.1 FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LOS ANIMALES.....	26
4.2 FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LAS INSTALACIONES	26

5. LA VACUNACIÓN COMO MÉTODO DE PREVENCIÓN	28
5.1 VACUNAS VIVAS	28
5.2 VACUNAS INACTIVADAS	29
6. CONCLUSIONES.....	31
7. AGRADECIMIENTOS	32
8. BIBLIOGRAFÍA	33

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1. Gráfico de la evolución del censo de ganado porcino en España.....	4
Figura 2. Encuestas del ganado porcino en España: evolución por categorías de animales.....	5
Figura 3. Encuestas del ganado porcino en España: Evolución por comunidades autónomas.....	5
Figura 4. Número de explotaciones de ganado porcino por capacidad productiva.....	6
Figura 5. Producción de carne de cerdo en la Unión Europea.....	7
Figura 6. Tabla de alimentos asociados a toxiinfecciones por <i>Salmonella</i> spp.....	12
Figura 7. Serovares en los casos confirmados de salmonelosis en humanos.....	13
Figura 8. Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en los núcleos de selección de reproductoras...	15
Figura 9. Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en los núcleos de selección de reproductoras..	15
Figura 10. Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp., <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. Derby</i> y serovariedades diferentes a <i>Derby</i> y <i>Typhimurium</i> en los núcleos de selección por países.....	16
Figura 11. Gráfica de la prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en las explotaciones de madres	17
Figura 12. Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en las explotaciones de madres.....	18
Figura 13. Tabla de prevalencia de <i>Salmonella</i> spp., <i>S. Typhimurium</i> , <i>S. Derby</i> y serovariedades diferentes a <i>Derby</i> y <i>Typhimurium</i> en las explotaciones de madres por países.....	19

RESUMEN

La salmonelosis porcina es un tema de gran importancia para la salud pública ya que se trata de uno de los principales productos asociados a toxiinfecciones en humanos. La prevalencia de la *Salmonella spp.* en cerdas reproductoras en la Unión Europea es elevada con más de un tercio de las explotaciones positivas a la infección. España es el país con mayor prevalencia de *Salmonella spp.* en explotaciones de cerdas reproductoras, las cuales tienen un papel fundamental en el mantenimiento y la transmisión de la infección. Los factores de riesgo asociados a una mayor prevalencia son múltiples y muy variados aunque algunos como el elevado número de reproductoras o la reposición externa son comunes a la mayoría de estudios. La vacunación, tanto con vacunas vivas como con vacunas atenuadas, puede ser una buena estrategia de control combinada con las medidas de bioseguridad.

PALABRAS CLAVE: salmonelosis porcina, toxiinfecciones, infección, cerdas reproductoras, factores de riesgo, vacunación, estrategia de control.

ABSTRACT

Porcine salmonellosis is a topic of great importance for public health since it is one of the main products associated with human infections in humans. The prevalence of *Salmonella spp.* in breeding sows in the European Union is high with more than a third of farms positive to infection. Spain is the country with the highest prevalence of *Salmonella spp.* in breeding sow farms, which play a fundamental role in the maintenance and transmission of the infection. The risk factors associated with a higher prevalence are multiple and very varied, although some, such as the high number of breeders or external replacement, are common to most studies. Vaccination, both with live vaccines and with attenuated vaccines, can be a good control strategy combined with biosecurity measures.

KEYWORDS: porcine salmonellosis, toxiinfections, infection, breeding sows, risk factors, vaccination, control strategy.

INTRODUCCIÓN

La contaminación de los alimentos con *Salmonella spp.* es un tema de gran importancia en el ámbito de la salud pública dentro de la Unión Europea. Se trata de la principal causa de muerte en países desarrollados asociadas a la infección mediante productos alimentarios. Esta zoonosis tiene como principales productos implicados a la carne de cerdo, los derivados del huevo y la carne de ave (1).

La infección por *Salmonella spp.* en cerdos es a menudo subclínica y la excreción puede ocurrir de forma intermitente durante largos períodos de tiempo. Este hecho puede llevar a la persistencia de la infección en algunos rebaños (2). En las cerdas reproductoras, cobra más importancia la infección persistente ya que puede jugar un papel importante en el mantenimiento y la transmisión de la infección, ya sea para la generación de cerdos de sacrificio o como una fuente de infección para los cerdos reproductores cuya progenie se convertirá en cerdos de sacrificio. Cuando la progenie se destina al sacrificio, existe un riesgo directo de transmisión de *Salmonella spp.* a través de la cadena alimentaria, con consecuencias para la inocuidad de los alimentos. Hay pruebas convincentes de que algunos casos humanos de salmonelosis son atribuibles a una infección derivada de cerdos infectados por *Salmonella spp.* o productos de origen porcino (3). Por tanto la evaluación del estado de salud de los cerdos en las granjas es de gran importancia (4).

La principal importancia para la salud pública en las cerdas reproductoras es la posible diseminación de las bacterias a los cerdos de cría y engorde. Este hecho puede conducir a la contaminación bacteriana de la carne de cerdo y, en consecuencia, a la infección humana (3). A pesar de ello *Salmonella spp.* en cerdos no está sometida a un programa de control oficial en España (5).

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1. Agrupar la información acerca de la prevalencia de *Salmonella* spp. en hembras reproductoras en Europa y en España.
2. Describir los factores de riesgo principales de *Salmonella* en las explotaciones de reproductoras.
3. Conocer los diferentes tipos de vacunas como medida de prevención y su eficacia.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 IMPORTANCIA DEL SECTOR PORCINO EN ESPAÑA

España ocupa el tercer lugar en cuanto a población porcina a nivel mundial con aproximadamente 30 millones de cabezas. La población de hembras reproductoras es de 2,5 millones de cabezas. Con una evolución al alza en los últimos años, España ha superado recientemente a grandes potencias como Alemania y ha crecido prácticamente todas las comunidades autónomas (6).

Como podemos observar en las gráficas que se muestran a continuación, la evolución del censo total de porcino ha aumentado notablemente en los últimos cuatro años. La estabilidad durante el periodo comprendido entre 2007 y 2013, en el que el censo se mantiene entre los 25-26 millones de cabezas, se rompe con un incremento de más de un millón de cabezas en 2014 pero sobretodo en 2015 con un aumento de más de 1,8 millones de cabezas (6).

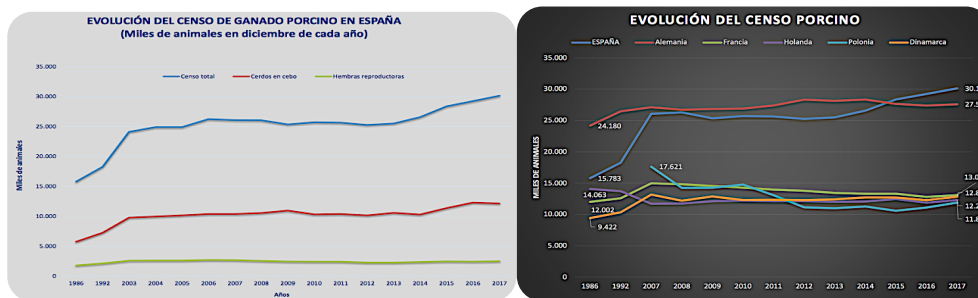


Figura 1. Gráfico de la evolución del censo de ganado porcino en España. Fuente MAPAMA.(6).

Aunque este crecimiento de la población porcina ha afectado a todas las categorías, el incremento se ha evidenciado más en el caso de los lechones y en la primera etapa del cebo, tal y como se muestra en la figura 2. Este aumento en los lechones es indicativo de una buena productividad de las hembras reproductoras (6).

ENCUESTAS DE GANADO PORCINO EN ESPAÑA: EVOLUCIÓN POR CATEGORÍAS DE ANIMALES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS (miles de animales)

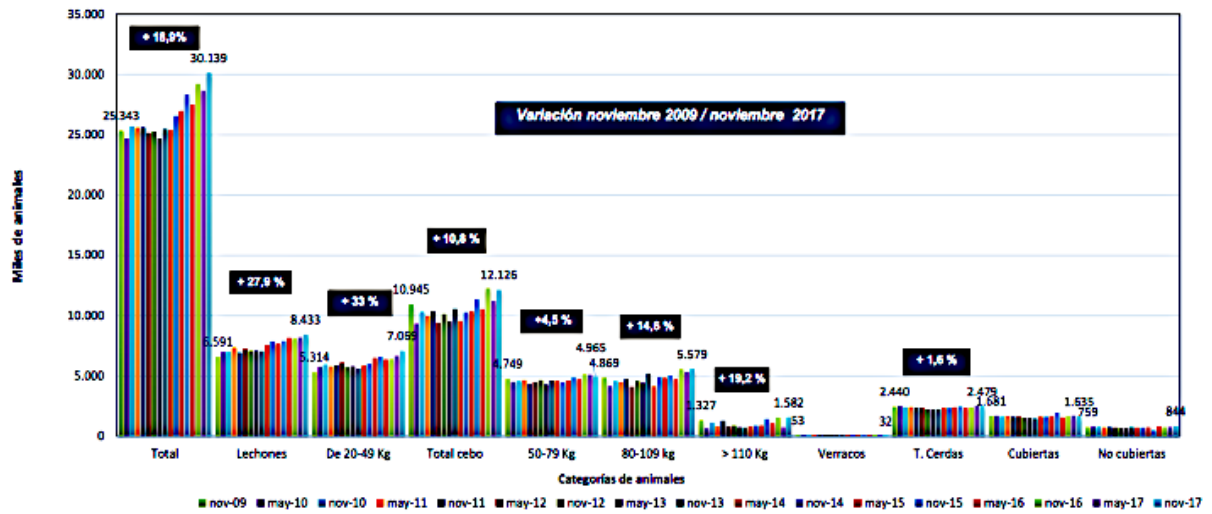


Figura 2. Encuestas del ganado porcino en España: Evolución por categorías de animales. Fuente MAPAMA. (6)

El crecimiento poblacional se ha producido en todas las comunidades autónomas pero especialmente en las grandes potencias como es el caso de Aragón, Castilla y León o Cataluña. El crecimiento por comunidades se muestra a continuación en la figura 3 (6).

ENCUESTAS DE GANADO PORCINO EN ESPAÑA: EVOLUCIÓN POR COMUNIDADES AUTÓMOMAS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS (miles de animales)

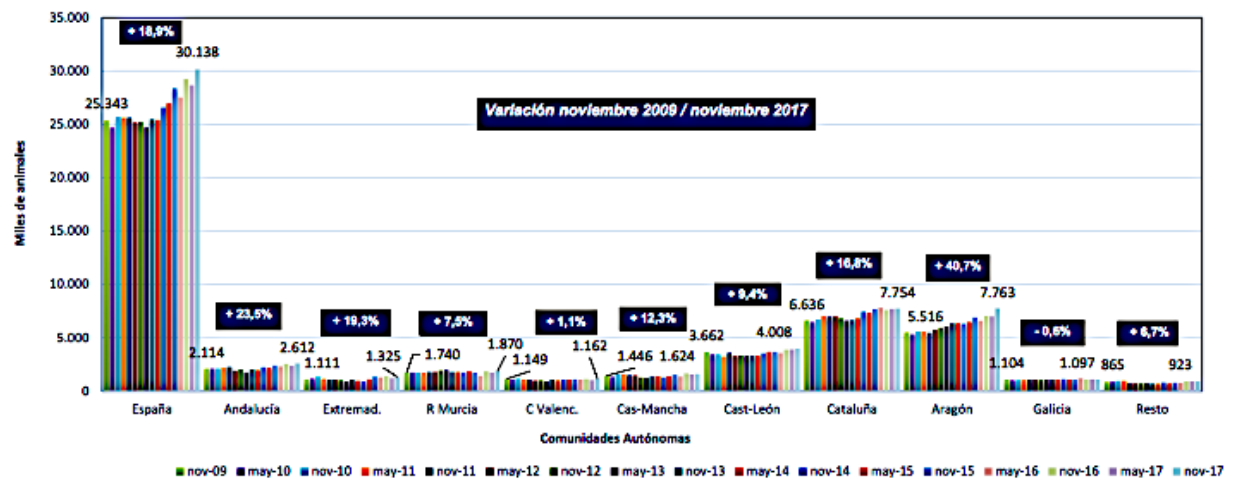


Figura 3. Encuestas del ganado porcino en España: Evolución por comunidades Autónomas. Fuente MAPAMA. (6)

A pesar de este aumento en la población porcina, el número de explotaciones ha sufrido un descenso notable en los últimos diez años. Esto es debido a una reestructuración marcada por el descenso de las pequeñas explotaciones. Hasta un 45% de las explotaciones reducidas y un 25% de las explotaciones de grupo uno han sufrido un descenso en el último decenio. En cambio, las explotaciones más grandes han ido creciendo en este último periodo, hasta un

42% de crecimiento en las explotaciones del grupo 3. En la figura 4 se muestra el número de explotaciones de ganado porcino según su capacidad productiva (6).

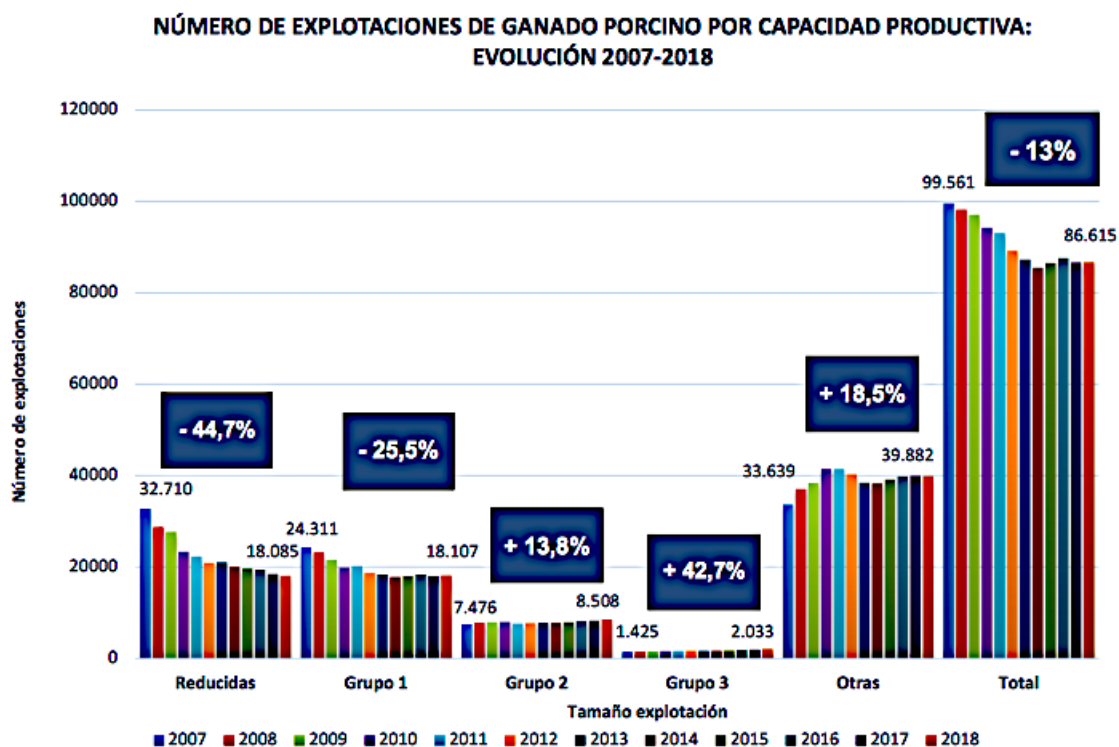


Figura 4. Número de explotaciones de ganado porcino por capacidad productiva. Fuente MAPAMA. (6)

1.2 IMPORTANCIA A NIVEL DE PRODUCCIÓN:

España, con 49,6 millones de animales sacrificados y 4,25 millones de toneladas de carne producida en 2017, ocupa la cuarta posición en cuanto a producción de carne de porcino a nivel mundial por detrás de China, Estados Unidos y Alemania. Además, ocupa la segunda posición a nivel europeo (6).

Nuestro país ha crecido notablemente en los últimos cinco años, cuando apenas superaba el 15,5% del total de la producción europea, hasta alcanzar el 18,2% en el año 2017. Alemania es el principal productor europeo con un 23,4% de la producción total. El siguiente gráfico muestra la producción de carne de cerdo en la Unión Europea por países (6).

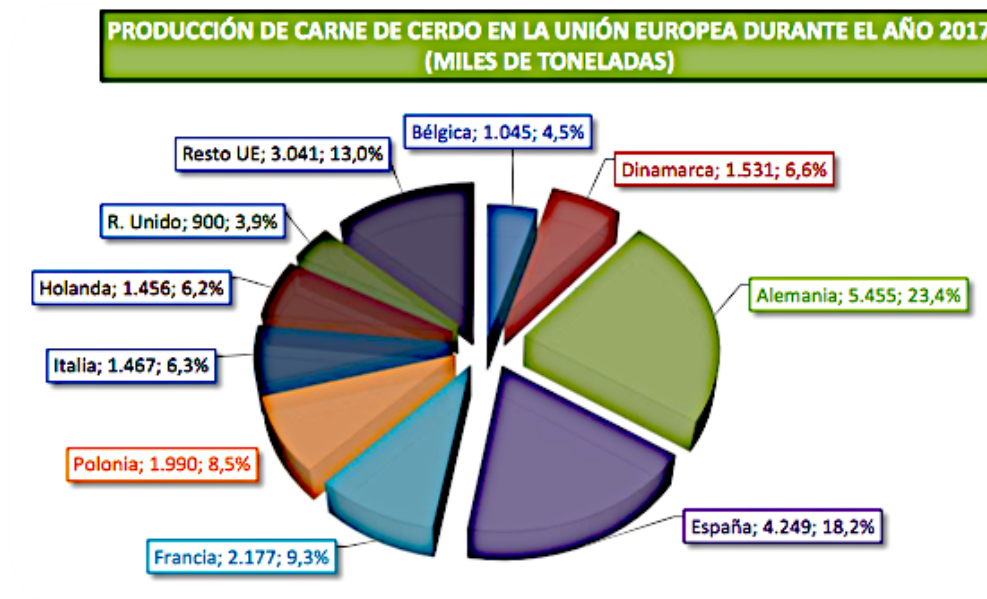


Figura 5. Producción de carne de cerdo en la Unión Europea. Fuente MAPAMA. (6)

1.3 IMPORTANCIA A NIVEL DE CONSUMO

Si seguimos analizando la carne de cerdo a nivel mundial valoramos más si cabe su importancia ya que se trata en promedio del producto cárnico más consumido. En el mundo se consumen aproximadamente 16 kg por persona y año superando los 15 kg de la carne de aves de corral. Esta tendencia varía de forma significativa según en país en el que pongamos el foco (7).

En China, por ejemplo, la carne de cerdo representa hasta 2/3 del consumo total de carne per cápita, en cambio en Argentina predomina la carne de res y de búfalo (más del 50% del consumo) y en Nueva Zelanda el consumo mayoritario de carne corresponde a cordero y cabra (más de 20kg por persona y año) (7).

El consumo de carne de cerdo en nuestro país representa en volumen un 29,3% respecto al total de la carne fresca. Este valor sitúa a la carne de cerdo como la segunda más consumida (sólo superada por la carne de pollo, 37%) y la primera en cuanto a términos de valor (8).

A nivel de consumo per cápita, la carne de cerdo se sitúa en 10,23 kilos por persona y año. Este valor es un 4,2% inferior que los datos de 2016. Las comunidades autónomas que más carne de cerdo consumen son Castilla y León, Castilla la Mancha y el Principado de Asturias (8).

1.4 IMPORTANCIA A NIVEL ECONÓMICO

El sector porcino, por tanto, tiene una gran importancia en la economía española ya que supone un 12,7% de la producción final agraria y un 36,4% de la producción final ganadera. La producción final ganadera supone un 38% de la producción final agraria (6).

A nivel mundial, China es el principal productor de carne de porcino seguida por la Unión Europea. España ocupa el cuarto lugar en cuanto a producción mundial por detrás de grandes potencias como China, EEUU, y Alemania (6).

A nivel europeo, el crecimiento del sector porcino tanto en producción como en censos sitúa a nuestro país en el primer lugar en términos de censo y el segundo en cuanto a producción. Con este aumento en la producción, la tasa de autoabastecimiento en España se eleva hasta el 170,6% y permite a nuestro país consolidarse como el segundo mayor exportador de carne de porcino en la Unión Europea (principal potencia exportadora) por detrás de Alemania (6).

2. IMPORTANCIA DE LA SALMONELOSIS

2.1 TAXONOMÍA Y GENERALIDADES DE *SALMONELLA* SPP.

"El género *Salmonella* forma parte de la división Bacteria, phylum Proteobacteria, clase Gamma-proteobacteria, orden Enterobacteriales, familia Enterobacteriaceae. El género abarca 2 especies diferentes *Salmonella enterica* y *Salmonella bongori*.

S. bongori es una especie considerada como no patógena para el hombre, aislándose fundamentalmente de animales de sangre fría, especialmente reptiles, a pesar de que se han descrito algunos casos de enfermedad en humanos. *S. enterica*, en cambio, incluye numerosas cepas patógenas, tanto para el hombre como para diferentes especies de reptiles aves y mamíferos.

La especie *S. enterica* puede subdividirse en 6 subespecies diferentes: subespecie *enterica* (I), *salamae* (II), *arizonae* (IIIa), *diarizonae* (IIIb), *houtenae* (IV) e *indica* (VI). La mayoría de las subespecies se aíslan fundamentalmente en reptiles y por tanto se asocian con muy baja frecuencia a infecciones en el hombre. Sin embargo, *S. enterica* subespecie *enterica*, es aislada fundamentalmente de mamíferos y aves, alcanzando la cadena alimenticia e infectando accidentalmente al hombre. Se estima que el 99% de los casos de salmonelosis humana están causados por cepas de la subespecie I.

Dentro de los serotipos de *Salmonella enterica* cabe destacar *Salmonella Choleraesuis* por su gran adaptación al cerdo produciendo elevada mortalidad en animales de cebo. A pesar de ello, *S. Choleraesuis* no es un serotipo frecuente en Europa (muy frecuente en Estados Unidos). Tanto en Europa como en España, el serotipo con sintomatología clínica más frecuentemente aislado es *Salmonella Typhimurium*. Además, es el principal serotipo productor de toxiinfecciones alimentarias en humanos asociado a consumo de carne." ⁽¹⁾ (9).

⁽¹⁾ 9. Betancor L, Yim L. *Salmonella* y Salmonelosis. Departamento de Bacteriología y Virología, Departamento de Desarrollo Biotecnológico, Facultad de Medicina, UdelaR.; 2012. Pg. 1.

2.2 IMPORTANCIA DE *SALMONELLA* SPP. EN CERDOS

2.2.1 Transmisión, patogenia y signos clínicos de *Salmonella* spp. en cerdos

La vía de transmisión es oro-fecal principalmente aunque también se ha descrito la vía aerógena. Los signos clínicos en el caso de una infección aguda en cerdos son fiebre continua o intermitente, diarrea líquida amarillenta, cianosis y síntomas respiratorios y nerviosos. A pesar de ello, en la mayoría de casos la infección cursa de forma subclínica, por tanto es muy difícil encontrar signos clínicos de enfermedad (1).

Otra característica que confiere complejidad a la infección por *Salmonella* es que una vez superada la infección una gran parte serán portadores asintomáticos. Estos animales actuarán como reservorio pudiéndose reactivar la infección (hasta el momento presente en tonsilas y ganglios linfáticos del tubo digestivo) en situaciones de estrés. Una vez producida la reactivación se volverá a producir la multiplicación bacteriana y las bacterias serán expulsadas al exterior de forma intermitente junto con las heces (1).

2.2.2 Control *Salmonella* spp. en explotaciones

Una vez establecida la infección por *Salmonella* spp. en una explotación se considera imposible su erradicación de forma total. El objetivo en ese caso es reducir al máximo su incidencia y para ello fundamentalmente se emplean programas tanto de bioseguridad como de higiene (1).

Mediante el programa de bioseguridad se controla la entrada de *Salmonella* spp. en la explotación. Las vías principales mediante las cuales se produce la entrada en las granjas son la incorporación de animales que son portadores de la bacteria y el pienso contaminado. Existen, además, otras vías de entrada menos frecuentes pero a tener en cuenta como son la presencia de aves, roedores, las visitas a la explotación o la transmisión mediante el agua (1).

Mediante el plan de higiene se controla la diseminación de *Salmonella* dentro de la explotación. El objetivo es reducir al máximo la contaminación en los alojamientos al finalizar la cría de un lote y antes de que entre el siguiente. También se incluyen en este plan medidas para evitar la contaminación cruzada y la recontaminación. El plan de higiene, por tanto, se basa en medidas de bioseguridad a nivel interno, limpieza y desinfección así como el cuidado del manejo para no favorecer situaciones estresantes en los animales (1).

Existen, además, una serie de medidas complementarias para reducir en los animales la susceptibilidad a la infección. Para implementarlas se debe realizar una valoración entre los beneficios de las mismas y el coste de su implementación en cada granja. Entre las medidas complementarias utilizadas destaca la utilización de utilizar piensos o complementos alimenticios que creen un ambiente hostil para la multiplicación bacteriana a través del tracto digestivo de los animales. Esta medida se basa en que la principal vía de entrada de la bacteria es la oral y modifica las características de la ración de forma que limite la proliferación de *Salmonella* (1).

Otra medida complementaria es el uso de vacunas para controlar la enfermedad. Si bien es cierto que es una herramienta útil en aves, en cerdos no existe inmunidad cruzada entre los diferentes serotipos bacterianos. Este hecho es un factor limitante a la hora de establecer un plan vacunal ya que las vacunas deben ser específicas para el serotipo que predomine en cada explotación (1).

2.3 IMPORTANCIA DE SALMONELLA EN LOS ALIMENTOS

2.3.1 *Salmonella* spp. en humanos.

La salmonelosis es la segunda zoonosis más común en humanos en la Unión Europea. En 2017 se notificaron más de 91.000 casos siendo tasa de notificación de 19,7 casos por cada 100.000 habitantes. Este dato fue ligeramente inferior al de 2016 (20,4 por cada 100.000 habitantes). En el periodo comprendido entre 2008 y 2017 se observó una disminución estadísticamente significativa de los casos confirmados de salmonelosis humana. Sin embargo, durante el periodo 2013-2017 no se produjo ningún aumento o disminución estadísticamente significativo (10).

Salmonella spp. es uno de los cuatro causantes principales de enfermedades diarreicas en humanos. Aunque en la mayoría de casos los procesos asociados a esta infección cursan de forma débil, la enfermedad puede llegar a ser mortal. La gravedad de esta infección depende del estado inmunitario del huésped y del serotipo bacteriano por el cual se vea afectado (11).

Generalmente la infección por *Salmonella* se caracteriza por la aparición brusca de fiebre, náuseas, vómitos, diarrea y dolor abdominal. El inicio de los síntomas empieza entre las 6 y las

72 horas tras la ingestión de la bacteria y se extiende hasta un máximo de 7 días. Si bien es cierto que en la mayoría de casos los síntomas son leves y no requieren tratamiento específico, la deshidratación en niños y pacientes inmunodeprimidos puede llegar a ser grave (11).

2.3.2 Brotes de *Salmonella* spp. transmitidos por alimentos

Salmonella spp. es el agente causal más frecuentemente detectado en brotes transmitidos por alimentos. En 2017, 25 estados miembro notificaron brotes afectando a 9600 personas. Los brotes alimentarios asociados a *Salmonella* spp. representaron el 24,4% del total de los brotes alimentarios (10).

Los huevos y los productos derivados del huevo representan la fuente más frecuente de contagio de *Salmonella* spp. en humanos asociada al consumo de alimentos. La carne de cerdo y sus productos representa un 4,5% del total de brotes en humanos transmitidos por alimentos. En la siguiente tabla se muestran los alimentos más comúnmente asociados a toxiinfecciones alimentarias por *Salmonella* spp. en humanos (10).

Food vehicle	Number of strong-evidence FBO	% of total
Eggs and egg products	99	36.8
Bakery products	45	16.7
Mixed food	34	12.6
Meat and meat products	22	8.2
Other foods	15	5.6
Pig meat and their products	12	4.5
Broiler meat (<i>Gallus gallus</i>) and their products	6	2.2
Cheese	5	1.9
Sweets and chocolate	5	1.9
Dairy products (other than cheeses)	4	1.5
Fish and fish products	4	1.5
Other, mixed or unspecified poultry meat and their products	4	1.5
Vegetables and juices and other their products	3	1.1
Buffet meals	2	0.7
Crustaceans, shellfish, molluscs and their products	2	0.7
Unknown	2	0.7

Figura 6. Tabla de alimentos asociados a toxiinfecciones por *Salmonella* spp. Fuente EFSA. (10)

2.3.3 Serovares en los casos confirmados de salmonelosis en humanos

Los serovares más comunes en los últimos años en los casos confirmados de salmonelosis en humanos fueron *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* y *S. Typhimurium* monofásica tal y como se muestra en la figura 7. Entre los tres representaron el 70,5% de los 78949 casos confirmados en humanos. El 86,1% del total de número de casos en humanos fueron casos confirmados (10).

Serovar	2017			2016			2015		
	Cases	MS	%	Cases	MS	%	Cases	MS	%
Enteritidis	38,780	27	49.1	33,325	25	48.5	32,341	25	44.4
Typhimurium	10,593	27	13.4	9,789	25	13.4	12,035	25	16.5
Monophasic Typhimurium 1.4.[5].12:i:-	6,324	16	8.0	5,697	15	8.4	5,786	15	7.9
Infantis	1,805	28	2.3	1,658	25	2.4	1,655	25	2.3
Newport	925	26	1.2	758	18	1.1	753	20	1.0
Agona	647	22	0.8	452	17	0.8	400	17	0.5
Kentucky	617	20	0.8	559	21	0.8	545	20	0.7
Derby	612	24	0.8	620	21	0.8	697	22	1.0
Stanley	554	23	0.7	543	21	0.7	825	24	1.1
Virchow	512	22	0.6	509	21	0.7	516	23	0.7

Figura 7. Serovares en los casos confirmados de salmonelosis en humanos. Fuente EFSA. (10)

3. PREVALENCIA DE *SALMONELLA SPP.*

3.1 PREVALENCIA DE *SALMONELLA* EN CERDAS REPRODUCTORAS DE LA UNIÓN EUROPEA

European Food Safety Authority (EFSA) publicó en 2008 el estudio de vigilancia más completo realizado hasta el momento con el fin de analizar la prevalencia en explotaciones con cerdas reproductoras a nivel europeo. En el estudio participaron 24 estados miembro y dos no estados miembro (Noruega y Suiza). El objetivo era que la suma de las explotaciones escogidas en cada estado miembro representara al menos el 80% del total de cerdas reproductoras de ese país (12).

En el estudio se distinguieron dos tipos de explotaciones. Por un lado las explotaciones únicamente de reproductoras (se analizaron un total de 1.430 explotaciones) y por otro lado las explotaciones de producción con hembras reproductoras (se analizaron 3.211 explotaciones). En cada una de las explotaciones se recolectaron muestras de heces de diez corrales al azar con reproductoras de más de seis meses de edad. Posteriormente se recogió una muestra fecal combinada (pool fecal) para cada uno de los diez corrales y un mínimo de diez animales reproductores contribuyeron a cada una de las diez muestras agrupadas (12).

La prevalencia de la infección en este estudio fue del 31,8% para las explotaciones muestreadas, por tanto, aproximadamente una de cada tres explotaciones analizadas fue positiva a *Salmonella spp.* Del 31,8% de prevalencia observada en el estudio, la prevalencia a nivel europeo en las explotaciones muestreadas fue de un 9,0% para *S. Derby*, de un 7,0 % para *S. Typhimurium* y de un 19,8% para serovariedades distintas a *S. Derby* y *S. Typhimurium*. Hubo, además, dos países en los que no se detectaron casos de *Salmonella spp.* en las explotaciones muestreadas. En Finlandia y Noruega (este último no es un estado miembro de la Unión Europea pero también fue incluido en el estudio junto con Suiza) no se detectó la presencia de *Salmonella spp.* en ninguna de las explotaciones analizadas (12).

3.1.1 Prevalencia de *Salmonella spp.* en los núcleos de selección de reproductoras

En las explotaciones utilizadas como núcleo de selección de reproductoras (abuelas) se detectó *Salmonella spp.* en 20 de los 24 estados miembro de la Unión Europea y en un estado no miembro. Los estados miembro que no tuvieron ningún caso de *Salmonella spp.* en las

explotaciones dedicadas a la selección de reproductoras fueron Estonia, Finlandia, Lituania y Eslovenia. El estado no miembro fue Noruega. España fue el estado miembro con mayor prevalencia de la Unión Europea con un 64% seguido de Holanda con un 57,8% y la prevalencia media europea fue del 28,7% tal y como se muestra en la siguiente gráfica y de una forma más visual en el siguiente mapa (12).

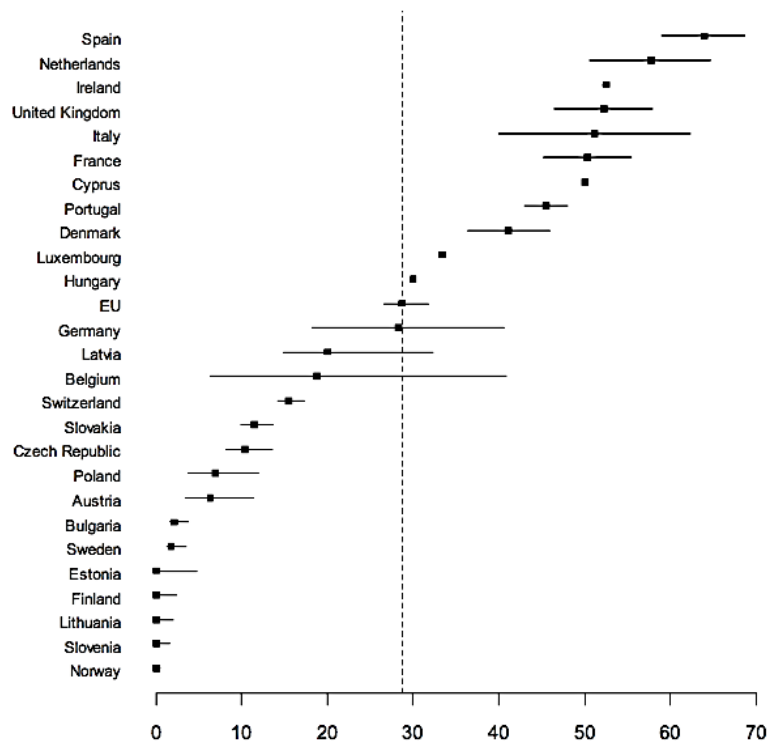


Figura 8. Prevalencia de *Salmonella* spp. en los núcleos de selección de reproductoras. Fuente EFSA. (12)

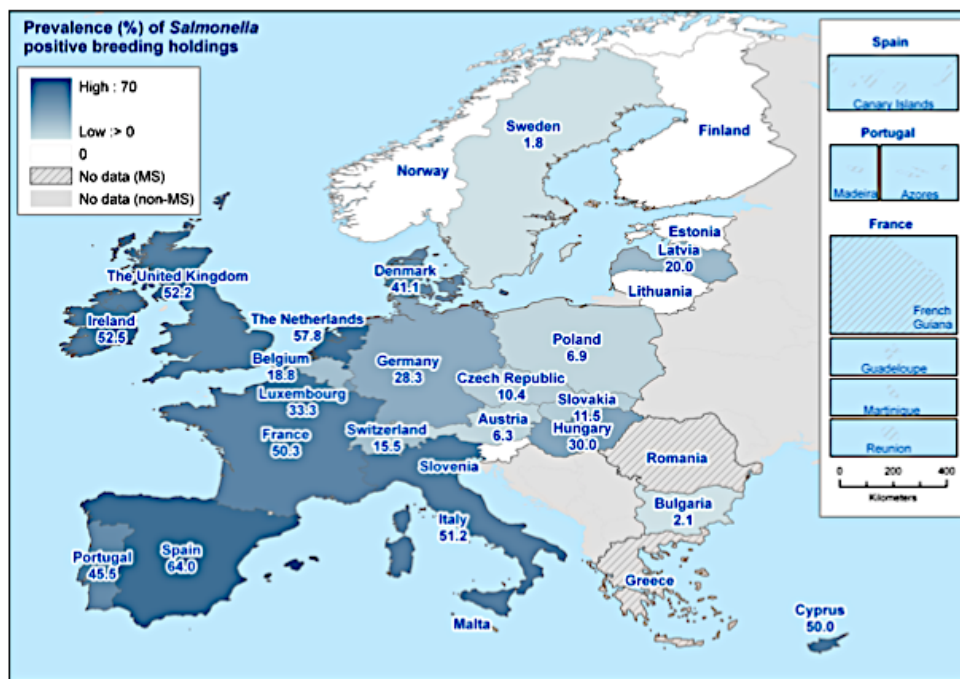


Figura 9. Prevalencia de *Salmonella* spp. en los núcleos de selección de reproductoras. Fuente EFSA. (12)

La prevalencia de *Salmonella Typhimurium* en los núcleos de selección de Europa fue de un 7,8% (se detectó en 16 de los 24 estados miembro). Reino Unido (19,4%) y Irlanda (17,5%) fueron los países con mayor prevalencia en *S. Typhimurium*. España ocupó el cuarto lugar con un 14% de prevalencia (12).

La prevalencia de *Salmonella Derby* en los núcleos de selección fue un poco superior con un 8,9% (se detectó en 17 de los 24 estados miembro) y los países con la mayor prevalencia fueron Francia (25,5%) y Chipre (25%). La prevalencia de *S. Derby* en núcleos de selección de España fue del 10% (12).

La prevalencia de serovariedades de *Salmonella* spp. diferentes a *S. Typhimurium* y *S. Derby* en la Unión Europea en núcleos de selección fue del 15,9% (se detectó en 19 de los 24 estados miembro). España fue país con mayor prevalencia con un 53,3% seguido por Holanda con un 38,5% (12).

La siguiente tabla agrupa los datos de prevalencia de *Salmonella* spp., *S. Typhimurium*, *S. Derby* y serovariedades diferentes a *Derby* y *Typhimurium* en los núcleos de selección en cada estado miembro (12).

Member State	N ^(c)	<i>Salmonella</i>		<i>S. Typhimurium</i>		<i>S. Derby</i>		<i>Salmonella</i> other than <i>S. Typhimurium</i> and/or <i>S. Derby</i> ^(d)	
		% prev.	95%CI ^(c)	% prev.	95%CI	% prev.	95%CI	% prev.	95%CI
Austria	79	6.3	3.2-13.2	3.8	1.8-10.0	1.3	0.4-6.0	1.3	0.4-6.0
Belgium	16	18.8	7.3-45.1	12.5	4.2-37.8	6.3	1.4-29.7	6.3	1.4-29.7
Bulgaria	47	2.1	1.6-8.2	0	0.0-4.9	0	0.0-4.9	2.1	1.6-8.2
Cyprus	4	50.0	50.0-50.0	0	0.0-0.0	25.0	25.0-25.0	25.0	25.0-25.0
Czech Republic	106	10.4	7.2-15.9	3.8	2.1-7.7	0.9	0.5-4.1	5.7	3.6-10.3
Denmark	95	41.1	34.4-48.9	15.8	11.3-22.6	12.6	9.1-18.8	17.9	13.4-24.7
Estonia	6	0	0.0-14.3	0	0.0-14.3	0	0.0-14.3	0	0.0-14.3
Finland	50	0	0.0-6.1	0	0.0-6.1	0	0.0-6.1	0	0.0-6.1
France	157	50.3	44.2-57.1	7.0	4.5-11.4	25.5	20.5-31.7	26.8	21.8-33.2
Germany	46	28.3	18.4-42.6	8.7	3.9-20.3	10.9	5.3-22.9	6.5	2.6-17.4
Hungary	40	30.0	30.0-30.0	10.0	10.0-10.0	7.5	7.5-7.5	15.0	15.0-15.0
Ireland	40	52.5	51.2-53.7	17.5	17.1-19.5	20.0	19.5-22.0	17.5	17.1-19.5
Italy	43	51.2	39.2-65.1	7.0	2.7-17.7	16.3	9.1-29.0	16.3	9.1-29.0
Latvia	5	20.0	14.3-42.9	0	0.0-28.6	20.0	14.3-42.9	20.0	14.3-42.9
Lithuania	10	0	0.0-9.1	0	0.0-9.1	0	0.0-9.1	0	0.0-9.1
Luxembourg	3	33.3	33.3-33.3	0	0.0-0.0	0	0.0-0.0	33.3	33.3-33.3
Netherlands	109	57.8	50.0-66.2	13.8	9.3-20.9	18.3	12.9-26.1	38.5	31.3-47.2
Poland	144	6.9	3.9-12.3	2.8	1.1-6.9	1.4	0.4-4.9	3.5	1.6-7.9
Portugal	33	45.5	38.5-53.8	9.1	7.7-17.9	9.1	7.7-17.9	33.3	28.2-43.6
Slovakia	96	11.5	9.0-16.4	2.1	1.5-5.2	3.1	2.2-6.7	6.3	4.5-10.4
Slovenia	27	0	0.0-9.1	0	0.0-9.1	0	0.0-9.1	0	0.0-9.1
Spain	150	64.0	57.8-70.4	14.0	10.4-19.5	10.0	7.0-14.9	53.3	47.2-60.0
Sweden	57	1.8	1.3-6.3	1.8	1.3-6.3	0	0.0-3.8	0	0.0-3.8
United Kingdom	67	52.2	44.6-61.5	19.4	13.8-27.7	14.9	10.0-23.1	29.9	23.1-39.2
European Union	1,377 ^(d)	28.7	26.3-31.0	7.8	6.1-9.5	8.9	7.4-10.5	15.9	14.2-17.6
Norway	108	0	0.0-2.2	0	0.0-2.2	0	0.0-2.2	0	0.0-2.2
Switzerland	71	15.5	12.6-20.7	4.2	3.4-8.0	1.4	1.1-4.6	8.5	6.6-13.8

Figura 10. Prevalencia de *Salmonella* spp., *S. Typhimurium*, *S. Derby* y serovariedades diferentes a *Derby* y *Typhimurium* en los núcleos de selección

por países. Fuente EFSA. (12)

3.2.2 Prevalencia de *Salmonella spp.* en las explotaciones de madres

En las explotaciones de madres, se detectó la presencia de *Salmonella spp.* en 21 de los 24 estados miembro. Únicamente tres estados miembro (Bulgaria, Finlandia y Suecia) y un estado no miembro (Noruega) fueron negativos a la presencia de *Salmonella spp.* La prevalencia a nivel de la Unión Europea para las explotaciones de madres fue del 33,3%. España fue el segundo país con mayor prevalencia (53,1%) por detrás de Holanda (55,7%) tal y como se muestra en la siguiente gráfica y el siguiente mapa (12).

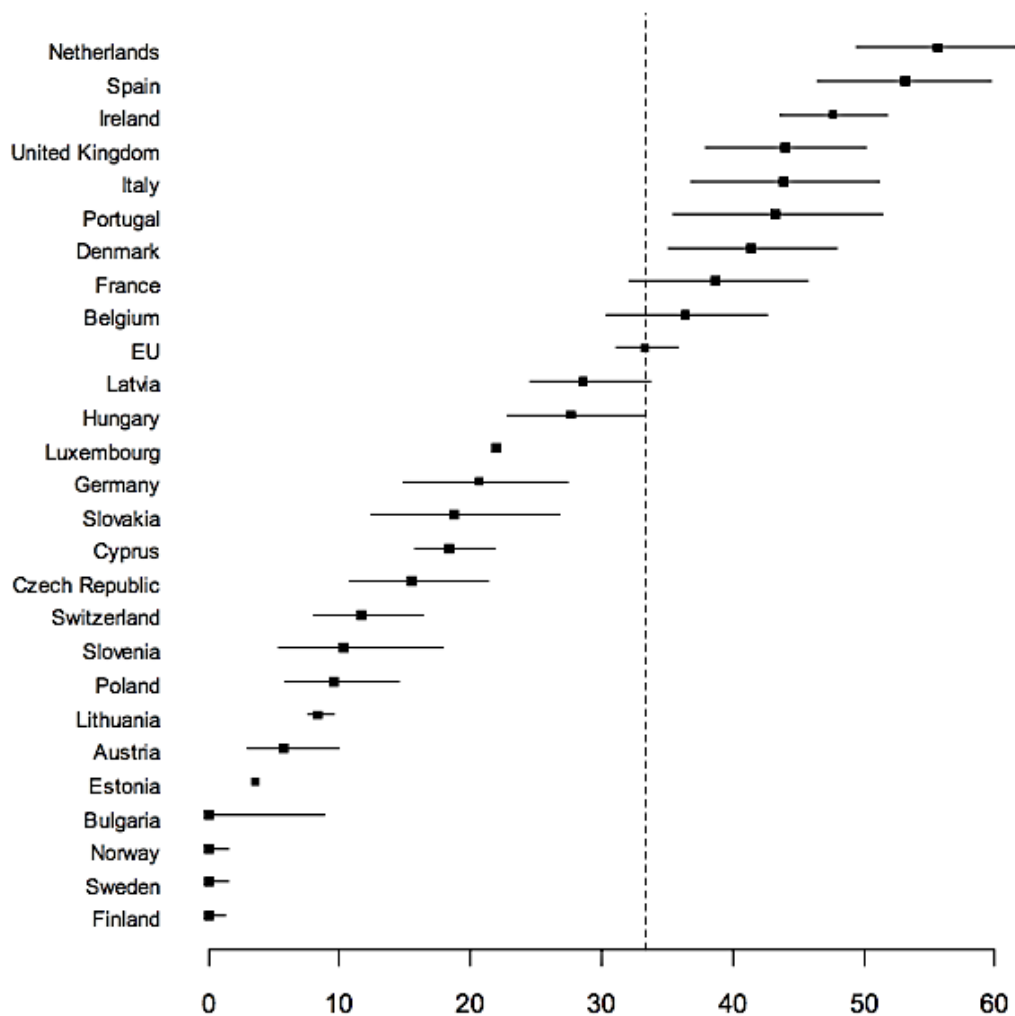


Figura 11. Gráfica de la prevalencia de *Salmonella spp.* en las explotaciones de madres. Fuente EFSA. (12)



Figura 12. Prevalencia de *Salmonella* spp. en las explotaciones de madres. Fuente EFSA. (12)

La prevalencia de *Salmonella Typhimurium* en las explotaciones de madres fue de un 6,6%. Se detectó la presencia de *S. Typhimurium* en 15 de los 24 estados miembro. Los estados miembro con mayores niveles de prevalencia fueron Irlanda (17,4%) y Portugal (13,4%). España fue el cuarto país con mayor prevalencia en la Unión Europea con un 12,4% para *S. Typhimurium*(12).

La prevalencia de *Salmonella Derby* en las explotaciones de madres a nivel de la Unión Europea fue de un 9,0%. Se detectó la presencia de *S. Derby* en 19 de los 24 estados miembro. Las prevalencias más altas se registraron en Francia (20,4%) y el Luxemburgo (17,1%). La prevalencia en España fue del 6,7% (12).

La prevalencia de serovariedades de *Salmonella* diferentes a *S. Typhimurium* y *S. Derby* en la Unión Europea en explotaciones de madres fue de un 21'6%. Se detectaron serovariedades diferentes a *S. Typhimurium* y *S. Derby* en 20 de los 24 estados miembro. España fue el estado miembro con mayor prevalencia con un 42,6% seguido muy de cerca por Holanda con un 42,5% (12).

La siguiente tabla agrupa los datos de prevalencia de *Salmonella* spp., *S. Typhimurium*, *S. Derby* y serovariedades diferentes a *Derby* y *Typhimurium* en las explotaciones de madres en cada estado miembro (12).

Member State	N ^(c)	<i>Salmonella</i>		<i>S. Typhimurium</i>		<i>S. Derby</i>		<i>Salmonella</i> other than <i>S. Typhimurium</i> and/or <i>S. Derby</i> ^(d)	
		% prev.	95%CI ^(e)	% prev.	95%CI	% prev.	95%CI	% prev.	95%CI
Austria	173	5.8	3.2-10.3	0	0.0-2.1	0.6	0.1-3.2	5.2	2.8-9.6
Belgium	209	36.4	30.5-43.1	11.0	7.6-15.9	10.0	6.8-14.8	21.5	16.7-27.6
Bulgaria	25	0	0.0-13.5	0	0.0-13.5	0	0.0-13.5	0	0.0-13.5
Cyprus	60	18.3	13.8-26.4	0	0.0-4.6	8.3	5.7-14.9	8.3	5.7-14.9
Czech Republic	161	15.5	10.9-21.9	2.5	1.0-6.1	3.7	1.8-7.8	11.2	7.4-17.0
Denmark	198	41.4	35.2-48.4	12.6	8.9-17.9	14.6	10.6-20.2	18.7	14.1-24.7
Estonia	28	3.6	3.6-3.6	0	0.0-0.0	0	0.0-0.0	0	0.0-0.0
Finland	157	0	0.0-2.1	0	0.0-2.1	0	0.0-2.1	0	0.0-2.1
France	186	38.7	32.2-46.0	3.2	1.5-6.9	20.4	15.4-26.9	19.9	14.9-26.3
Germany	155	20.6	15.2-27.8	3.2	1.4-7.3	8.4	5.0-13.9	9.0	5.5-14.7
Hungary	141	27.7	22.1-34.6	1.4	0.6-4.5	12.8	8.9-18.6	14.2	10.1-20.2
Ireland	149	47.7	42.3-53.8	17.4	13.8-22.6	13.4	10.2-18.4	26.2	21.6-32.1
Italy	171	43.9	36.9-51.5	5.8	3.3-10.4	12.3	8.3-18.1	11.7	7.8-17.4
Latvia	28	28.6	20.5-41.0	0	0.0-7.7	3.6	2.6-12.8	25.0	17.9-38.5
Lithuania	72	8.3	7.1-12.9	0	0.0-2.4	0	0.0-2.4	8.3	7.1-12.9
Luxembourg	41	22.0	22.0-22.0	2.4	2.4-2.4	17.1	17.1-17.1	7.3	7.3-7.3
Netherlands	212	55.7	49.4-62.2	8.0	5.2-12.4	17.0	12.8-22.5	42.5	36.4-49.2
Poland	178	9.6	6.1-14.8	1.7	0.6-4.8	2.8	1.2-6.4	5.1	2.7-9.4
Portugal	134	43.3	35.6-52.0	13.4	8.8-20.3	5.2	2.6-10.4	29.9	23.0-38.2
Slovakia	96	18.8	12.6-27.7	3.1	1.2-8.7	4.2	1.8-10.1	13.5	8.3-21.8
Slovenia	87	10.3	5.7-18.7	0	0.0-4.1	1.1	0.3-6.2	10.3	5.7-18.7
Spain	209	53.1	46.6-60.0	12.4	8.7-17.7	6.7	4.1-10.9	42.6	36.3-49.5
Sweden	150	0	0.0-2.4	0	0.0-2.4	0	0.0-2.4	0	0.0-2.4
United Kingdom	191	44.0	37.8-50.9	9.9	6.7-14.8	11.0	7.5-16.0	31.9	26.3-38.7
European Union	3,050 ^(d)	33.3	30.9-35.7	6.6	5.3-7.9	9.0	7.6-10.5	21.6	19.5-23.6
Norway	143	0	0.0-2.5	0	0.0-2.5	0	0.0-2.5	0	0.0-2.5
Switzerland	154	11.7	7.9-17.3	1.9	0.7-5.2	1.9	0.7-5.2	7.8	4.9-12.8

Figura 13. Tabla de prevalencia de *Salmonella* spp., *S. Typhimurium*, *S. Derby* y serovariedades diferentes a *Derby* y *Typhimurium* en las explotaciones de madres por países. Fuente EFSA. (12)

Los datos de este estudio mostraron que algunos de los serovares comúnmente causantes de salmonelosis en humanos están presentes en las hembras reproductoras como es el caso de *S. Typhimurium*. Además, se detectó una prevalencia muy alta de *Salmonella* spp. en España (se detectó *Salmonella* spp. en dos de cada tres granjas analizadas) (12).

3.2.3 Serotipos más frecuentemente aislados

De entre todas las muestras recogidas, *S. Derby* fue el serotipo más prevalente en la Unión Europea aunque en España ocupó el cuarto lugar en cuanto a prevalencia. El segundo serotipo más prevalente entre los estados miembro fue *S. Typhimurium* (12).

El serotipo más prevalente en España fue *S. Rissen*, se trata de un serotipo que se ha asociado a brotes de salmonelosis en personas tanto en Italia como recientemente en España (Asturias) por la ingesta de productos crudo-curados porcinos. El segundo serotipo más prevalente en nuestro país fue *S. Typhimurium* (el más prevalente en cerdos de cebo en la Unión Europea) (13).

Además del estudio realizado por EFSA, se han publicado otros estudios realizados en distintos países de Europa.

En 2013, se publicó un estudio sobre la prevalencia de *Salmonella* spp. en las granjas de cerdos de **Dinamarca**. Se analizaron muestras colectivas de heces (pool fecal) tanto en explotaciones de madres como de abuelas. Los resultados del estudio indicaron una prevalencia de *Salmonella* en granjas del 40,9% (122 granjas positivas de las 298 analizadas). Dentro de las granjas en las que se detectó la presencia de la bacteria, el número de muestras positivas varió entre una muestra positiva en el 35% de las granjas (43 granjas) y diez muestras positivas en el 0,8% de las granjas positivas (una granja). Se encontraron hasta 19 serotipos diferentes en las granjas de reproductoras. *S. Derby* fue el serotipo más prevalente, detectado en el 34,4% de los rebaños, seguido de *S. Typhimurium* (31,1%) y *S. Infantis* (18,9%) (14).

En **Portugal** se publicó otro estudio en 2012 que analizaba los factores de riesgo en las explotaciones de reproductoras del país. Se tomaron para ello muestras de heces colectivas para determinar tanto la prevalencia de la infección como los serotipos más prevalentes. Se encontró al menos una muestra positiva de *Salmonella* en el 45,4% de las granjas de reproductoras analizadas. Los serotipos más prevalentes en las granjas positivas de Portugal fueron *S. Typhimurium* seguido de *S. Rissen* (15).

En **Inglaterra** se publicó un estudio en 2009 realizado por A.D Wales *et al.* en el que tomaron muestras colectivas de heces de 8 explotaciones de reproductoras (tanto de selección como de

multiplicación) previamente asociadas a *S.Typhimurium*. La prevalencia media de los corrales en las unidades de selección y multiplicación fue de un 22% (16).

Posteriormente a este estudio, en 2018, se publicó otro artículo realizado por la universidad de Surrey en Inglaterra en el que se observó una disminución en esta prevalencia de *S.Typhimurium* situándose en torno al 15% (17).

En **Bélgica**, la Universidad de veterinaria de Gante investigó en 2004 la prevalencia de *Salmonella spp.* en cerdas durante toda la totalidad de su ciclo reproductivo. Para ello se tomaron muestras fecales, ambientales y muestras de alimentos de tres lotes y se sometieron a un aislamiento cualitativo de la bacteria. La prevalencia de *Salmonella spp.* en los tres lotes fue del 59, 15 y 38% respectivamente. La prevalencia de la excreción de la bacteria fue inferior al 10% durante las etapas de gestación, parto y lactancia. Sin embargo, se encontró un aumento significativo en el número de hembras que excretan *Salmonella spp.* después del destete. Los serotipos más prevalentes fueron *S.Infantis* y *S.Derby* (18).

En otro estudio realizado en cerdas reproductoras de **Irlanda** en 2015, se observó que la excreción de *Salmonella spp.* en hembras era sensiblemente baja en los sistemas de producción irlandeses. En las cinco granjas analizadas se encontró una baja prevalencia en las muestras de heces individuales siendo positivas únicamente 51 de las 1989 muestras tomadas. La prevalencia individual en hembras fue del 2,56% (19).

En **Francia**, a raíz del estudio realizado por EFSA, se publicó un estudio en 2013 con el fin de determinar los serotipos de *Salmonella spp.* más prevalentes en los sistemas de producción del país. *S.Derby* fue el serotipo más prevalente en hembras reproductoras con un 44,3% de prevalencia en las granjas de selección y multiplicación y un 41,1% de prevalencia en cerdas en granjas de producción (20).

En un estudio realizado por la universidad de Utrech (**Holanda**) en el año 2000, P.J. van der Wolf *et al.* utilizaron muestras sanguíneas para analizar la seroprevalencia en 46 lotes de multiplicación, 20 lotes de cerdas de reproducción y 20 lotes de reemplazo. Las prevalencias promedio para cada lote fueron 54, 44.4 y 19.3%, respectivamente (21).

En **Noruega** se analizaron entre 1998 y 1999 los ganglios linfáticos de hembras en matadero estimando una prevalencia media del 0,4%. Las conclusiones de este estudio fueron que a

pesar de que estos datos daban soporte a una prevalencia muy baja de *Salmonella spp.* en los cerdos del país, el número de canales que podrían haber escapado a los controles y haber entrado en el mercado se estimaba en aproximadamente 500 indicando deficiencias en el programa nacional de vigilancia y control de *Salmonella spp* (22).

3.2 ESTUDIOS REALIZADOS EN REPRODUCTORAS EN ESPAÑA

En España también se han realizado algunos estudios para determinar la prevalencia de *Salmonella spp.* en hembras reproductoras. La Universitat Autònoma de Catalunya realizó un estudio en 2003 con el fin de establecer la prevalencia de *Salmonella spp.* en portadores y caracterizar las cepas (23).

Para ello se analizaron muestras en heces de 139 granjas (46 granjas de ciclo completo con reproductoras y engorde, 28 granjas exclusivas de reproductoras y 65 granjas únicamente de engorde). Se recogieron muestras de heces individuales en el caso de las reproductoras y de los corrales en los animales de engorde. De las 139 granjas analizadas, 39 fueron positivas estableciéndose una prevalencia de infección del 28,06% en las explotaciones. En cuanto a la prevalencia individual, se tomaron 1480 muestras de heces de reproductoras, de las cuales 50 resultaron positivas. La prevalencia individual en reproductoras fue del 3,38% (23).

En total se analizaron 74 explotaciones con reproductoras (46 de tipo completo y 28 exclusivamente de reproductoras). De las 74 unidades analizadas 18 resultaron positivas a *Salmonella spp.* De las 18 granjas positivas a la infección se tomaron 360 muestras de las cuales 50 (13,8%) fueron positivas a la bacteria. La prevalencia, por tanto, en unidades de reproductoras fue del 24,32%. Esta prevalencia es muy inferior a los datos ofrecidos por la EFSA para nuestro país, los cuales situaban el nivel de prevalencia en unidades de reproductoras en un 64% (23).

En cuanto a los serotipos aislados, se detectaron 11 serotipos diferentes en las reproductoras. Los serotipos más comunes fueron en orden decreciente *S. Anatum*, *S.Rissen*, *S.Tilburg* y *S.Goldcoast* (23).

Los resultados de este estudio indicaron una elevada prevalencia de animales que excretan activamente la bacteria (13,4% de las hembras en las explotaciones positivas) en las unidades de reproductoras (23).

En la provincia de Navarra también se han realizado algunos estudios acerca de la prevalencia de *Salmonella spp.* en hembras reproductoras. La Universidad Pública de Navarra realizó en 2011 un estudio de la prevalencia del patógeno en ganglios linfáticos mesentéricos. El objetivo del estudio fue determinar el estado infeccioso real en reproductoras como excretoras intermitentes de *Salmonella spp.* Se tomaron muestras de 13 de estas 16 explotaciones y de 15-20 cerdas por cada una de las 13 explotaciones hasta un total de 239 cerdas representativas del sistema de producción intensiva de Navarra. Las muestras se tomaron de los ganglios linfáticos mesentéricos tras su eviscerado en matadero. También se tomaron 212 muestras de sangre en el matadero para establecer la prevalencia serológica en esta población de reproductoras (24).

Como resultado de este estudio, se aisló *Salmonella spp.* en 6,7% de los animales muestreados (16 animales) pertenecientes a 6 de las 13 explotaciones muestreadas (46,1% de las explotaciones). En las explotaciones con al menos un animal infectado, la media de la infección fue del 14,5% aunque en cinco de las seis que resultaron positivas la media fue menor (11,1%) con tres o menos animales infectados. La media total fue más elevada debido a que una de las seis explotaciones infectadas obtuvo un nivel de infección del 30% con seis animales infectados de los veinte que se muestrearon en dicha explotación. Los resultados de este estudio fueron inferiores al de los estudios de referencia en los que se detectó la presencia de la bacteria en el 64% explotaciones de nuestro país (24).

De las cepas aisladas, aproximadamente la mitad pertenecieron a *S.Typhimurium* con una amplia distribución del fagotipo DT104B. También destacó la presencia en un 12,5% de las muestras de *S.Enteritidis* ya que es un serotipo que generalmente se asocia a aves. Ambos serotipos poseen potencial zoonótico (24).

En cuanto a los resultados en suero, la prevalencia serológica fue del 100% para las explotaciones y un 95,2% para la prevalencia individual (24).

En 2015, la Universidad Pública de Navarra publicó el estudio más completo realizado hasta el momento en reproductoras de nuestro país. Para ello utilizó muestras de ganglios linfáticos mesentéricos (único modo de conocer la prevalencia real de la infección), muestras de heces (individuales y colectivas) y de suero. La población de cerdas utilizada en el estudio pertenecía en su totalidad a explotaciones de reproductoras integradas verticalmente (25).

Para este estudio se analizaron 15 de las 16 explotaciones de reproductoras cuyo total de hembras reproductoras representaba el 58% del total de hembras de Navarra. Cada explotación incluida en el estudio contaba con más de 1200 hembras y pertenecían a 7 integradoras diferentes. Se tomaron 264 muestras de ganglios linfáticos mesentéricos en el matadero entre junio del 2011 y enero de 2012 y además se tomaron muestras serológicas de 237 de estas cerdas para realizar estudios serológicos. Por otra parte, la excreción de *Salmonella* spp. en heces se analizó de forma individual mediante la recolección de muestras fecales individuales en 12 de las 15 explotaciones anteriormente citadas. En total se analizaron 600 muestras fecales individuales. Estas muestras fueron procesadas tanto individualmente (se utilizaron 25 de los 30 gramos para el análisis individual) como colectivamente (se tomaron 5 gramos de cada muestra pertenecientes a una misma sala de cría) en forma de pool fecal. Se tomaron un total de 120 muestras colectivas (pool fecal) para comparar los datos obtenidos con el estudio realizado por EFSA a nivel de la Unión Europea (25).

Los resultados de este estudio en ganglios linfáticos mesentéricos revelaron la presencia de *Salmonella* spp. en 16 de las 264 muestras analizadas, es decir, una prevalencia del 6,1%. De las 15 explotaciones analizadas 6 resultaron ser positivas (40% de prevalencia) y una prevalencia media del 14,5% dentro de cada granja. Sin embargo, la mayoría de las granjas infectadas (hasta un 80%) tenían menos del 10% de los animales infectados. Se encontraron hasta 6 serotipos diferentes siendo los más comunes *S.Typhimurium* (43.7%), *S.Derby* (18.7%), *S.Enteritidis* (12.5%) y *S.Montevideo* (12.5%). *S.Typhimurium* se encontró en 3 de las 7 integradoras que participaron en el estudio con los fagotipos DT104B, DT193 y DT195 en cada una de ellas (25).

El análisis bacteriológico en muestras de heces a nivel individual tuvo como resultado 33 muestras positivas a *Salmonella* de las 600 analizadas. Este dato indica una prevalencia individual del 5,5%. De las 12 explotaciones analizadas, 8 tuvieron al menos un animal positivo, lo cual indica una prevalencia de *Salmonella* en el 66,6% de las explotaciones. En las explotaciones positivas (8 de las 12), la prevalencia media de hembras excretoras fue del 8,2% y todas las explotaciones menos una tuvieron un porcentaje menos al 10% de hembras que excretaban la bacteria. Se detectaron un total de 5 serotipos diferentes siendo *S.London* (14 cepas distribuidas en 3 granjas) y *S.Derby* (13 cepas distribuidas en 5 granjas) las más prevalentes y generalizadas (25).

En cuanto a la prevalencia según la fase del ciclo en la que se encontraban las hembras, los resultados fueron bajos y equivalentes para cada una de las fases del ciclo. En las hembras gestantes se observó un 6,4% de prevalencia, un 3,4% en la sala de partos, un 10% en la reposición de hembras jóvenes y un 4% en el parque (25).

En las muestras de heces colectivas (pool fecal), un 10,8% de las muestras (13 de las 120 muestras analizadas) pertenecientes a 6 granjas resultaron positivas a *Salmonella spp.* (50% de prevalencia a nivel de granjas). Esta prevalencia es significativamente superior a la observada en las muestras de heces individuales (5,5%). En las explotaciones positivas la prevalencia media fue de 21,6%. Los serotipos más encontrados en las muestras colectivas de heces fueron *S. Derby* (38.5%) y *S. London* (30.8%) como en el caso de las muestras de heces individuales (25).

Respecto al análisis serológico, se detectó al menos una cerda seropositiva para cada una de las 14 explotaciones analizadas (sin importar el valor de corte utilizado) (25).

Para determinar la utilidad de la serología en la detección de *Salmonella* se compararon los datos obtenidos con los resultados de las muestras en Ganglios Linfáticos Mesentéricos (GLM). La serología indicó que el 100% de las granjas y al menos el 41,8% de las cerdas eran seropositivas mientras que en el análisis de GLM el 40% de las granjas y sólo el 6,1% de las cerdas fueron positivas a la infección bacteriana. Además, granjas en las que no se había encontrado ninguna hembra positiva mostraron seroprevalencias en porcentajes que variaban entre el 15 y el 80% dentro de la propia granja (25).

Si comparamos los resultados obtenidos en este estudio de muestras de heces colectivas con los del estudio a nivel europeo, Navarra tiene unos niveles de prevalencia inferiores a los publicados por EFSA en España (50% frente a 64%) (25).

4. FACTORES DE RIESGO

Algunos de los factores de riesgo asociados a una mayor prevalencia de *Salmonella* spp. en las explotaciones son los siguientes:

4.1 FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LOS ANIMALES

La introducción de hembras para reposición desde explotaciones externas ha sido un factor asociado a una mayor prevalencia en varios estudios realizados a nivel europeo (2)(13)(15)(25). Otro factor importante es el número de reproductoras en la explotación. La prevalencia de *Salmonella* spp. aumenta en explotaciones con un gran número de reproductoras (23)(26)(15). En un estudio realizado en Inglaterra en 2009, se observó que un stock de animales jóvenes también estaba asociado a una mayor prevalencia de *S. Typhimurium* (16).

4.2 FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LAS INSTALACIONES

El estado de las instalaciones fue otro de los factores de riesgo para la introducción y/o mantenimiento de la infección:

Las instalaciones antiguas tenían hasta tres veces más probabilidades de infección que las reformadas (25). Otra asociación que se demostró fue la presencia de *Salmonella* spp. en patios adyacentes a entornos contaminados por la bacteria aunque la limpieza y desinfección resultó ser ineficiente para la reducción de la contaminación (16)(19). La utilización de algún tipo de control de roedores también asoció con una menor prevalencia de *Salmonella* spp. en las explotaciones (15)(23).

Otro factor con capacidad zoonótica que puede aumentar la prevalencia de *Salmonella* spp. en las hembras reproductoras es la presencia de aves silvestres siendo *S. Typhimurium* el serotipo más frecuentemente aislado (27).

El tipo de suelo utilizado en el alojamiento de los animales estaba asociado a una menor prevalencia en las explotaciones. La utilización de un tipo de suelo como el suelo enrejillado que pudiera reducir el contacto de los animales con las heces estaba asociado a una menor prevalencia serológica de *Salmonella* spp. (13).

También hubo una correlación positiva entre la presencia de *Salmonella* y el drenaje de los purines a cielo abierto (23). El uso de piensos granulados frente a las harinas también se consideró que aumentaba la prevalencia de *Salmonella spp.* tanto en animales de cebo como en reproductoras (2)(25)(15).

5. LA VACUNACIÓN COMO MÉTODO DE PREVENCIÓN

El empleo de vacunas, inductoras de inmunidad humoral y/o celular, demostró ser una herramienta interesante en las estrategias de control de *Salmonella* en cerdos (2).

La estimulación del sistema inmunológico tiene como objetivo prevenir la colonización intestinal y la excreción bacteriana a través de las heces así como evitar el estado de portador. Al tratarse de una enfermedad a menudo subclínica, el objetivo de la vacunación no es tratar los síntomas clínicos sino poner fin al ciclo de infección en la granja (13).

Existen fundamentalmente tres tipos de vacunas entre las que se encuentran las vacunas vivas (vacunas atenuadas o genéticamente modificadas), las inactivadas y las vacunas de subunidades. De entre todas ellas fueron las vacunas vivas las que tuvieron mejor capacidad de despertar la respuesta inmune. Su administración por vía oral estimuló la producción de IgA en la mucosa intestinal además de estimular de manera muy potente la inmunidad celular. Otra ventaja del uso de estas vacunas fue una bajada en los títulos de anticuerpos mayor que en el uso de vacunas inactivadas. Este es un hecho que cobra relevancia si la vacuna va a estar incluida en un programa de control de la enfermedad basado en la detección serológica y cuantificación de la infección (13).

5.1 VACUNAS VIVAS

Dentro de las vacunas vivas existen dos tipos de vacunas diferentes. Las vacunas atenuadas mediante la disminución de alguno de los mecanismos de virulencia bacteriana (sin localizar o identificar las bases moleculares de dicha atenuación) y las vacunas modificadas genéticamente. Las vacunas modificadas genéticamente son aquellas en las que se han identificado aquellos genes responsables del metabolismo bacteriano, genes reguladores globales o genes responsables de la virulencia y se han inducido mutaciones con el fin de atenuar la bacteria (13).

La utilización de vacunas vivas, junto con otras medidas de bioseguridad y de manejo demostraron ser eficaces para el control de *Salmonella* spp. en las explotaciones. Este hecho cobró más importancia en explotaciones con elevada seroprevalencia como medida de control (2).

El uso de vacunas vivas produce una disminución bacteriana tanto en la excreción de heces como en su aislamiento en intestino y tejidos linfoides (13).

5.2 VACUNAS INACTIVADAS

A pesar de que las vacunas vivas ofrecen una mejor protección, todavía hay interés por las vacunas inactivadas por varios motivos. Por un lado, son más seguras que las vivas, en las cuales existe riesgo de virulencia. Por otra parte, las vacunas inactivadas son más fáciles de administrar ya que las condiciones de transporte y almacenamiento son menos exigentes y producen menos efectos secundarios como la pirexia o la reducción de la ganancia media diaria. La protección de las vacunas inactivadas se basa en la respuesta humoral ya que la respuesta mediada por células no se estimula directamente. La protección, por tanto, es muy limitada para las bacterias intracelulares y útil en el caso de bacterias extracelulares o productoras de toxinas (13).

Mediante la utilización vacunas inactivadas se ofrece protección frente a la parte del ciclo de infección de *Salmonella* que ocurre en el espacio extracelular y que es vulnerable a la acción de los anticuerpos específicos. Las vacunas inactivadas son fáciles de producir y hay numerosos estudios que avalan su eficacia en diferentes etapas de la producción porcina como es el caso de las hembras reproductoras (13).

Algunos estudios han utilizado vacunas inactivadas en hembras reproductoras observando una disminución en la excreción bacteriana a través de las heces por parte de la madre y una disminución de los lechones seroprevalentes. Las vacunas inactivadas, por tanto, podrían ser una gran herramienta para prevenir la transmisión se *Salmonella spp.* de las madres hacia los lechones (13).

En un estudio realizado en Reino Unido junto con la Universidad Politécnica de Valencia se examinó la eficacia de la vacuna viva modificada contra *S.Typhimurium* (28).

La vacuna fue administrada en 8 lotes de cerdos con salmonelosis clínica y portadores de *S.Typhimurium*. Los resultados se compararon con un grupo control de granjas similares en las que no se había realizado la vacunación. La sintomatología clínica, la excreción fecal y la prevalencia ambiental de *Salmonella spp.* disminuyeron en la mayoría de granjas vacunadas en comparación con las granjas control (28).

Cuando se vacunó a las cerdas, se redujo la prevalencia de lechones seropositivos. La vacunación a las cerdas reproductoras se consideró una forma económica y fácil de reducir la transmisión de *Salmonella* spp. de la madre a los lechones (28).

Otro estudio publicado en Reino Unido en 2016 examinó los efectos de una vacuna viva comercial de *S.Typhimurium* en tres explotaciones de cerdas reproductoras que habían experimentado salmonelosis clínica asociada a *S.Typhimurium*. Después de la vacunación, la salmonelosis clínica se resolvió y la eliminación de *S. Typhimurium* disminuyó notablemente y de forma persistente en todas las unidades de reproducción (29).

Como inconveniente, tanto en las vacunas vivas como en las inactivadas, encontramos que incluyen un único serotipo. Este hecho limita la protección cruzada frente a otros serotipos de su serogrupo y más si cabe frente a serogrupos distintos (2).

6. CONCLUSIONES

1. La prevalencia de *Salmonella spp.* en cerdas reproductoras en Europa es elevada, con aproximadamente una de cada tres explotaciones positivas. España es el estado miembro con mayor prevalencia en la Unión Europea.
2. Se han descrito múltiples y diversos factores de riesgo dependiendo de la explotación analizada entre los que destacan la introducción de hembras para reposición desde explotaciones externas. El sistema de producción basado en la auto-reposición se ha asociado a una menor prevalencia en los estudios realizados en España (Navarra). Otros factores comúnmente asociados a una mayor prevalencia de la infección son un gran número de reproductoras en la explotación, la no utilización de algún tipo de control de roedores y un deficiente mantenimiento de las instalaciones entre otros.
3. El empleo de vacunas, tanto vivas como inactivadas, es una buena herramienta para el control de *Salmonella spp.* en las explotaciones. Como inconveniente encontramos que son específicas para un único serotipo, limitando la protección cruzada frente a otros serotipos y serogrupos.

En este trabajo se pone de manifiesto la necesidad de realizar un estudio más exhaustivo a nivel nacional para determinar la prevalencia real en las explotaciones de reproductoras de nuestro país. Sería conveniente la elaboración de una legislación que regule las bases para la realización tanto de los controles como de la toma de muestras así como de su análisis. Debido al impacto a nivel de Salud Pública de *Salmonella spp.* en la carne de cerdo sería interesante establecer la prevalencia máxima aceptable a nivel de explotaciones de reproductoras. Por otra parte, se deberían establecer los factores de riesgo principales en España para implementar medidas de control efectivas.

7. AGRADECIMIENTOS

Estrella Martínez Gavilán, por su apoyo, dedicación y tiempo.

Antonio Tudela Albelda, por haber sido siempre un gran apoyo.

A mis padres y hermano.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/bp_control_salmonella_porcino_tcm30-111530.pdf (Última actualización 01/06/19)
2. García Feliz C. Salmonelosis porcina en España: Prevalencia, factores de riesgo y resistencia antimicrobiana. Universidad de León; 2011.
3. European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control (EFSA and ECDC). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. 2017 p. 22-67.
4. BONARDI S. Salmonella in the pork production chain and its impact on human health in the European Union. *Epidemiology and Infection*. 2017;145(8):1513-1526.
5. Martínez-Avilés M, Garrido-Esteba M, Álvarez J, de la Torre A. Salmonella Surveillance Systems in Swine and Humans in Spain: A Review. *Veterinary Sciences*. 2019;6(1):20.
6. Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente. El sector de la carne de cerdo en cifras. Principales indicadores económicos. Madrid; 2018 p. 5-14.
7. Ritchie H, Roser M. Meat and Seafood Production & Consumption [Internet]. Our World in Data. 2019 [cited 5 July 2019]. Available from: <https://ourworldindata.org/meat-and-seafood-production-consumption> (Última actualización 10/06/19)
8. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Informe de consumo de alimentación en España 2017. Madrid; 2018 p. 102.
9. Betancor L, Yim L. Salmonella y Salmonelosis. Departamento de Bacteriología y Virología, Departamento de Desarrollo Biotecnológico, Facultad de Medicina, UdelaR.; 2012.
10. European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control (EFSA and ECDC). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2017. 2017 p. 22-67.

11. Salmonella (no tifoidea) [Internet]. Who.int. 2019 [cited 7 July 2019]. Available from: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal)) (Última actualización 08/06/19)
12. European Food Safety Authority. Analysis of the baseline survey on the prevalence of Salmonella in holdings with breeding pigs in the EU, 2008 Part A: Salmonella prevalence estimates. 2008 p. 16-40.
13. Argüello Rodríguez H. Salmonelosis porcina en España: factores de riesgo en reproductores, estrategias de control en cerdos de cebo y la importancia del sacrificio. Universidad de León; 2013.
14. Arguello H, Sørensen G, Carvajal A, Baggesen D, Rubio P, Pedersen K. Prevalence, serotypes and resistance patterns of Salmonella in Danish pig production. *Research in Veterinary Science*. 2013;95(2):334-342.
15. Correia-Gomes C, Mendonça D, Vieira-Pinto M, Niza-Ribeiro J. Risk factors for Salmonella spp in Portuguese breeding pigs using a multilevel analysis. *Preventive Veterinary Medicine*. 2013;108(2-3):159-166.
16. Wales A, McLaren I, Bedford S, Carrique-Mas J, Cook A, Davies R. Longitudinal survey of the occurrence of Salmonella in pigs and the environment of nucleus breeder and multiplier pig herds in England. *Veterinary Record*. 2009;165(22):648-657.
17. Gosling R, Mueller-Doblies D, Martelli F, Nunez-Garcia J, Kell N, Rabie A et al. Observations on the distribution and persistence of monophasic Salmonella Typhimurium on infected pig and cattle farms. *Veterinary Microbiology*. 2018;227:90-96.
18. Nollet N, Houf K, Dewulf J, De Kruif A, De Zutter L, Maes D. Salmonella in sows: a longitudinal study in farrow-to-finish pig herds. *Veterinary Research*. 2005;36(4):645-656.
19. Lynch H, Walia K, Leonard F, Lawlor P, Manzanilla E, Grant J et al. Salmonella in breeding pigs: Shedding pattern, transmission of infection and the role of environmental contamination in Irish commercial farrow-to-finish herds. *Zoonoses and Public Health*. 2017;65(1):e196-e206.

20. Denis M, Houard E, Fablet A, Rouxel S, Salvat G. Distribution of serotypes and genotypes of *Salmonella enterica* species in French pig production. *Veterinary Record*. 2013;173(15):370-370.
21. Van der Wolf P, Elbers A, van der Heijden H, van Schie F, Hunneman W, Tielen M. *Salmonella* seroprevalence at the population and herd level in pigs in The Netherlands. *Veterinary Microbiology*. 2001;80(2):171-184.
22. Sandberg M, Hopp P, Jarp J, Skjerve E. An evaluation of the Norwegian *Salmonella* surveillance and control program in live pig and pork. *International Journal of Food Microbiology*. 2002;72(1-2):1-11.
23. Mejía Silva W. Epidemiología de la salmonelosis porcina en granjas de Cataluña y determinación de los factores de riesgo de la infección. Universitat Autònoma de Barcelona Facultat de Veterinària; 2003.
24. Garrido, V, Sánchez, S, San Román, B, Zabalza-Baranguá, A, Grilló, M.J. Salmonelosis en porcino reproductor de Navarra. 2011.
25. Sánchez Alarcón S. Situación epidemiológica y sanitaria de la salmonelosis porcina en la C.F. de Navarra y contribución al conocimiento de la patogénesis. Universidad Pública de Navarra; 2015.
26. Wales A, Weaver J, McLaren I, Smith R, Mueller-Doblies D, Davies R. Investigation of the Distribution of *Salmonella* within an Integrated Pig Breeding and Production Organisation in the United Kingdom. *ISRN Veterinary Science*. 2013;2013:1-6.
27. Andrés S, Vico J, Garrido V, Grilló M, Samper S, Gavín P et al. Epidemiology of Subclinical Salmonellosis in Wild Birds from an Area of High Prevalence of Pig Salmonellosis: Phenotypic and Genetic Profiles of *Salmonella* isolates. *Zoonoses and Public Health*. 2012;60(5):355-365.
28. Smith R, Andres V, Martelli F, Gosling B, Marco-Jimenez F, Vaughan K et al. Maternal vaccination as a *Salmonella Typhimurium* reduction strategy on pig farms. *Journal of Applied Microbiology*. 2017;124(1):274-285.

29. Davies, R., Gosling, R., Wales, A. and Smith, R. Use of an attenuated live *Salmonella* Typhimurium vaccine on three breeding pig units: A longitudinal observational field study. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 2016, 46, pp.7-15.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

1. MÁRQUEZ R, SALABERRIA A, GARCÍA A, JIMENEZ S, MARTINEZ A, GARCÍA A et al. Surveillance and Antimicrobial Resistance of *Salmonella* Strains Isolated from Slaughtered Pigs in Spain. *Journal of Food Protection*. 2007;70(6):1502-1506.

2. Vico J, Mainar-Jaime R. Serological survey of *Salmonella* spp. infection in finishing pigs from northeastern Spain and associated risk factors. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2012;10(2):372.

4. BONARDI S. *Salmonella* in the pork production chain and its impact on human health in the European Union. *Epidemiology and Infection*. 2017;145(8):1513-1526.

5. Martínez-Avilés M, Garrido-Esteba M, Álvarez J, de la Torre A. *Salmonella* Surveillance Systems in Swine and Humans in Spain: A Review. *Veterinary Sciences*. 2019;6(1):20.

4. Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in holdings with breeding pigs, in the EU, 2008 - Part B: factors associated with *Salmonella* pen positivity. *EFSA Journal*. 2011;9(7).

5. Funk J, Davies P, Nichols M. Longitudinal study of *Salmonella enterica* in growing pigs reared in multiple-site swine production systems. *Veterinary Microbiology*. 2001;83(1):45-60.

6. García-Feliz C, Collazos J, Carvajal A, Vidal A, Aladueña A, Ramiro R et al. *Salmonella enterica* Infections in Spanish Swine Fattening Units. *Zoonoses and Public Health*. 2007;54(8):294-300.

7. ARNOLD M, COOK A. Estimation of sample sizes for pooled faecal sampling for detection of *Salmonella* in pigs. *Epidemiology and Infection*. 2009;137(12):1734-1741.

8. Lurette A, Belloc C, Touzeau S, Hoch T, Ezanno P, Seegers H et al. Modelling Salmonella spread within a farrow-to-finish pig herd. *Veterinary Research*. 2008;39(5):49.
9. Bonardi S, Alpigiani I, Bruini I, Barilli E, Brindani F, Morganti M et al. Detection of *Salmonella enterica* in pigs at slaughter and comparison with human isolates in Italy. *International Journal of Food Microbiology*. 2016;218:44-50.
10. Correia-Gomes C, Economou T, Mendonça D, Vieira-Pinto M, Niza-Ribeiro J. Assessing risk profiles for *Salmonella* serotypes in breeding pig operations in Portugal using a Bayesian hierarchical model. *BMC Veterinary Research*. 2012;8(1):226.
11. Christensen J, Baggesen D, Nielsen B, Stryhn H. Herd prevalence of *Salmonella* spp. in Danish pig herds after implementation of the Danish *Salmonella* Control Program with reference to a pre-implementation study. *Veterinary Microbiology*. 2002;88(2):175-188.
12. Rowe T, Leonard F, Kelly G, Lynch P, Egan J, Quirke A et al. *Salmonella* serotypes present on a sample of Irish pig farms. *Veterinary Record*. 2003;153(15):453-456.
13. Belœil P, Fravallo P, Fablet C, Jolly J, Eveno E, Hascoet Y et al. Risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* shedding by market-age pigs in French farrow-to-finish herds. *Preventive Veterinary Medicine*. 2004;63(1-2):103-120.
14. Sanchez J, Dohoo I, Christensen J, Rajic A. Factors influencing the prevalence of *Salmonella* spp. in swine farms: A meta-analysis approach. *Preventive Veterinary Medicine*. 2007;81(1-3):148-177.