



**Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza**



Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria



Índice

Resumen / Summary	4
Introducción	5
Características generales de la bacteria	5
Importancia en Salud Pública	5
Justificación y objetivos	6
Metodología	7
Resultados	8
1. Salmonelosis porcina	8
1.1 Situación en España y en la UE	8
1.2 Principales serotipos involucrados en la salmonelosis porcina	9
1.3 Momentos claves para la transmisión de la infección porcina	10
1.3.1 Momentos de estrés	10
1.3.2 Momento de la lactancia	10
1.4 Factores de riesgo	11
1.4.1 El pienso	11
1.4.2 El agua	11
1.4.3 Las botas, la vestimenta y otros utensilios	11
1.4.4 Vectores o reservorios de la infección	11
1.4.5 Transmisión sin intermediarios	12
1.4.6 Instalaciones	12
1.5 Patogenia	12
1.6 Formas de enfermedad	13
1.6.1 Forma septicémica por S. Choleraesuis	13
1.6.2 Forma enterocolítica por S. Typhimurium	13
1.7 Diagnóstico de la infección	15

1.7.1 Microbiológico	15
1.7.2 Serológico	15
1.7.3 Otras técnicas	16
1.7.3.1 Métodos moleculares-genotípicos	16
1.7.3.2 Métodos genéticos	16
1.8 Tratamiento en el cerdo	16
2. Salmonelosis en el humano	17
2.1 Situación en España y en la UE	17
2.2 Principales serotipos involucrados en la salmonelosis humana	17
2.3 ¿Cómo llega <i>Salmonella</i> a provocar un caso de salmonelosis humana	18
2.4 Formas de enfermedad en las personas	19
2.5 Diagnóstico	19
2.6 Tratamiento	19
3. Prevención	20
3.1 Prevención en la explotación	20
3.1.2 Prevención en el pienso	21
3.1.3 Prevención en el agua	21
3.1.4 Prevención mediante vacunación	21
3.2 Prevención en el transporte	22
3.3 Prevención en la espera pre- sacrificio	22
3.4 Prevención en el matadero	22
3.5 Prevención en la mesa	24
4. ¿Un plan de control obligatorio en porcino a nivel explotación?	24
4.1 La importancia del ganadero	25
4.2 La integradora	25
4.3 La importancia de las Agrupación de Defensa Sanitaria (ADS) y las Oficinal Comarciales (OCA)	25

5. Plan obligatorio en el matadero	26
Conclusiones	27
Valoración personal	28
Bibliografía	29

Índice de figuras

Figura 1	9
Figuras 2 y 3	13
Figuras 4 y 5	14
Figuras 6 y 7	15

Resumen

La Salmonelosis tiene gran importancia en el sector porcino por el hecho de ser la principal zoonosis transmitida por el consumo de carne de cerdo y sus productos derivados. En términos generales se habla de la segunda infección más habitual en la Unión Europea (UE) transmitida por alimentos tras la Campylobacteriosis.

Si bien es cierto que el matadero es el punto clave para el control, ya que se reducen las posibilidades de contaminación de la carne, hay que realizar un enfoque amplio y tomar medidas a lo largo de toda la cadena de producción, lo que se conoce con la expresión de: "*de la granja a la mesa*". También debe indicarse que lo más habitual a nivel de la granja es que el ganadero no sea consciente de que sus animales están infectados, porque normalmente se trata de un proceso subclínico y se tiende a no dar la importancia que sí tiene en Salud Pública.

La reducción de la prevalencia de esta infección en la población humana está en la agenda de la política europea y se prevén cambios en la legislación que podrían ir encaminados a los ya implantados en aves.

Además, resulta importante el estudio de la viabilidad económica de las medidas que puedan ponerse en marcha, así como definir quién debe asumir el gasto ya que el control de esta enfermedad tendrá como consecuencia una disminución de los casos en humana, y por tanto un descenso en los gastos en Salud Pública. Dicho esto, no sería descartable el pensar en un control obligado de la enfermedad, subvencionado por la administración pública.

Summary

Salmonellosis is of great importance in the porcine sector because it is the main zoonosis transmitted by the consumption of pork and its derived products. In general terms, it is the second most common infection in the European Union (EU) transmitted by food after Campylobacteriosis is mentioned.

While it is true that slaughterhouse is the key point for control, since the chances of contamination of meat are reduced, a broad approach and measures must be taken throughout the entire production chain, which is known with the expression of: "from the farm to the table". It should also be noted that, at the farm level, very often farmers are not aware that their animals are infected, because normally it is a subclinical process and tends not to give the importance it does in Public Health.

The reduction of the prevalence of this infection in the human population is on the agenda of European policy and changes in legislation are foreseen that could be aimed at those already implanted in poultry.

In addition, it is important to study the economic viability of the measures that can be implemented, as well as to define who should assume the expenses, since the control of this disease will result in a decrease in human cases, and therefore a decrease in Public Health expenses. That said, it would not be ruled out to think of an obligatory control of the disease, subsidized by the public administration.

Introducción

Características generales de la bacteria

El género *Salmonella* pertenece a la Familia *Enterobacteriaceae* y al filo *Proteobacteria*. Recibe su nombre en honor a Daniel Elmer Salmon, que fue el primero que la descubrió en el año 1885 (González, 2014). Existen dos especies de *Salmonella*: *S. bongori* y *S. entérica*, esta última es la que tiene importancia a nivel de salud pública y animal y está dividida en seis subespecies (*enterica*, *salamae*, *arizona*, *diarizoneae*, *houtenae* e *índica*) (Sánchez López, 2017). La subespecie de mayor interés en Salud Pública es *S. enterica* subesp. *entérica* y dentro de ella existen más de 1500 serotipos. Los serotipos responden a una categorización basada en los antígenos somáticos y flagelares que posee. Algunos de los más importantes son Enteritidis, Typhimurium (incluida su variante monofásica), Choleraesuis, Thyphi, Parathyphi, Rissen, Derby, Abortus, Gallinarum, Newport, Sendai, London y Heidelberg entre otros (Anónimo, 2008; Barceló y Marco, 2003; De la Torre, 2006; Sánchez López, 2017).

Se trata de una bacteria Gram negativa, bacilar, no capsulada, anaerobia facultativa, móvil (flagelada), no esporulada y con una velocidad de crecimiento dependiente de temperatura, pH, actividad de agua (aw) y nutrientes (González, 2014). Su temperatura óptima de crecimiento es 37º C, aunque pueden crecer en un intervalo de 10º C a 45º C. Su intervalo de pH va desde 4,5 hasta 9 (óptimo 6,5 - 7,5) y su actividad de agua (aw) más adecuada rondaría los 0,995 aunque admite hasta 0,93. Por debajo de esta aw sobrevive aproximadamente dos meses, pero no se multiplica (González, 2014).

En cuanto a sus características bioquímicas, son fermentadoras de glucosa y otros carbohidratos; son catalasa positivo y oxidasa negativo. La mayoría generan gas y producen H₂SO₄. Es sensible a la radiación gamma, a los ácidos orgánicos y a los desinfectantes comunes (fenoles, clorados y iodados) (González, 2014).

En cuanto a sus requerimientos nutricionales es poco exigente.

Por último, hay que establecer la forma correcta de denominar esta bacteria (González, 2014): se escribirá *Salmonella entérica* Typhimurium o, de manera abreviada, *S. Typhimurium*.

Importancia en Salud Pública

Es una de las zoonosis más importantes a nivel mundial y la que más muertes produce (Mainar e Iguácel, 2011). Es una de las causas más importantes de gastroenteritis en humana (González 2014) y se estima que causa unas pérdidas de unos 3-4 billones de euros al año en la UE (García, 2018).

Es clave entender que la mayoría de los cerdos infectados por *Salmonella* no padecen la enfermedad por lo que la repercusión a nivel de la explotación es mínima. Por ello resulta un reto hacer que el ganadero comprenda la importancia de esta enfermedad. Es decir, la mayor preocupación de las autoridades sanitarias son los numerosos casos de salmonelosis humana y no la salmonelosis a nivel de granja, aunque como veremos a esto también hay que prestarle especial atención (González, 2014).

No obstante, a veces los animales sí llegan a presentar signos, incluso puede haber bajas, así como retrasos en el crecimiento y elevados gastos en medicación.

Resulta evidente la necesidad de establecer más presión de control sobre la infección en este ganado incorporando nuevas estrategias que puedan reducir las prevalencias de infección en los cerdos y por consiguiente en los humanos. Las razones esgrimidas por algunos autores son las siguientes (Sánchez López, 2017; Mainar e Iguácel, 2011; González, 2014; Jajere, 2019):

- La carne de cerdo es la más consumida del mundo. Más concretamente la mitad de la carne consumida en la UE es de cerdo.
- El sector porcino español es el tercero más importante del mundo siendo la ganadería más importante en España.
- España está a la cabeza en las prevalencias de infección por *Salmonella* en cerdos en la UE.
- El diagnóstico de *Salmonella* en humana se considera infravalorado.
- Entre el 40 y 50% de los cerdos portadores lo están por alguno de los serotipos más patógenos para el humano
- El porcino se considera la segunda fuente de infección humana (la primera serían las aves y el serotipo implicado sería *S. Enteritidis*).

Justificación y objetivos

Durante la realización de mis prácticas externas curriculares en la Subdirección de Salud Pública de Huesca se diagnosticó un brote de salmonelosis en Aragón que afectó a 55 personas, el cual fue gestionado desde dicho departamento y fue en este momento cuando comprendí la relevancia de esta enfermedad. Así mismo, *Salmonella* es el microorganismo clave, quizás junto a *Listeria Monocytogenes*, en las investigaciones que se hacen en alimentos, y que en estas prácticas realizábamos.

Por otro lado, se decidió enfocar el trabajo en el porcino, además de por la importancia que tiene esta bacteria en esta especie y por consiguiente en Salud Pública, porque se considera que es un sector con grandes posibilidades de futuro.

Por último, el control de *Salmonella* es un campo abierto a modificaciones, mejoras y estudios desde el punto de vista veterinario, y que por tanto es un campo muy importante para continuar investigando sobre él.

Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

Describir y revisar los aspectos más importantes del agente *Salmonella enterica*, como puedan ser; nomenclatura, morfología, metabolismo, taxonomía, microbiología y cualquier otra particularidad que resulte importante para comprender la biología de esta bacteria.

Recopilar la bibliografía adecuada para poder exponer resumidamente todo lo que tiene que ver con la salmonelosis: datos y porcentajes de prevalencia, patogenia y fuentes de infección,

epidemiología, protocolo de toma de muestras, síntomas, diagnóstico, tratamiento y prevención; tanto en el cerdo como en el hombre.

Demostrar la importancia de este patógeno para el sector porcino y para el ser humano, estudiar las actividades o factores de riesgo de la enfermedad, exponer las medidas de control más eficaces, así como hablar de las posibilidades futuras para reducir la prevalencia de esta zoonosis valorando la rentabilidad y utilidad de las mismas.

Relacionar la legislación vigente con todo lo anterior y por último reflexionar, aglutinando el conocimiento de la bibliografía consultada, sobre esta enfermedad desde el famoso enfoque de la granja a la mesa con el objetivo de comprender como podría reducirse la incidencia de la enfermedad.

Se pretende que este trabajo trate los aspectos claves de la *Salmonella* en cerdos con el enfoque puesto en Salud Pública. Se busca que sea claro, preciso y de fácil consulta para que sólo con este texto una persona que quiera informarse con cierta profundidad sobre el tema lo pueda hacer. Además, se quiere sembrar el debate acerca de nuevas estrategias de control que puedan llevarse a cabo ahondando en aquellas de alta rentabilidad y fácilmente asumibles, las cuales quedarán resaltadas en el texto.

Metodología

En este trabajo se ha empleado uno de los buscadores recomendados por la Universidad de Zaragoza como es Alcorze y las fechas en las cuales se han hecho las búsquedas comprenden desde el 15 de diciembre del 2018 al 15 de agosto del 2019.

Las búsquedas van dirigidas a encontrar textos completos con una serie de criterios de aceptación. En cuanto al idioma -castellano e inglés- pues son los idiomas en los que están escritos la mayoría de los artículos. Como tipo de documento se han tenido en cuenta publicaciones académicas, noticias, revistas, tesis doctorales, libros, publicaciones profesionales, recursos electrónicos o cualquier otro, incluyendo apuntes de la asignatura Higiene, Inspección y control alimentario. Se usan bases científicas de datos como Dialnet, Scopus o Sciencedirect en las cuales se encuentra contenido revisado y actualizado. El periodo de publicación abarcado va, fundamentalmente, desde 2003 a 2019.

Se han realizado también algunas búsquedas desde el Google académico y finalmente se ha buscado legislación consolidada en el Boletín Oficial del Estado (BOE) lo que constituye un método de búsqueda diferente

Los términos de búsqueda que más habitualmente se han utilizado han sido: *Salmonella*, *Salmonella* en porcino, *Salmonella* y salud pública, importancia del porcino en la salmonelosis humana, medidas de control de *Salmonella* en granja y en matadero, nuevas formas de control de *Salmonella* y su viabilidad.

Resultados

1. Salmonelosis porcina

1.1 Situación en España y en la UE

Se han iniciado en España estudios para conocer la situación de *Salmonella* en el sector, anticipándose a la entrada en vigor de un programa Nacional de Control, imitando el ya existente en avicultura. Como ejemplo mencionaremos el de García de 2011, en el cual se muestra como el 43,1% de las explotaciones de cebo en España son positivas en heces, lo que sigue poniendo de manifiesto que el porcino es un reservorio importante de la bacteria y hay que tenerlo en cuenta como potencial fuente de infección a través de la carne de cerdo y derivados, en los casos de Salmonelosis humana.

Otro trabajo de la Agencia de Seguridad Alimentaria Europea (EFSA, 2008) refleja que en Europa uno de cada diez cerdos que son enviados a matadero están infectados por *Salmonella*. Sin embargo, en España son tres de cada diez. En Europa, por otro lado, el 32% de las explotaciones de reproductoras son positivas; en contraste, en España lo son el 64% de las explotaciones. Todas estas afirmaciones siguen poniendo de manifiesto la necesidad de controlar esta infección si no se quiere que se convierta en un problema mayor. En Aragón, un estudio (Vico *et al*, 2011) refleja un 95% de los cebaderos con al menos un positivo, así como una media del 31% de los animales infectados en los cebaderos positivos.

Según el anterior informe de la EFSA de 2008 se concluye que aproximadamente el 10,3% de la cabaña porcina europea era positiva. La variación entre países fue desde 0 hasta el 29%, resultado que lamentablemente obtuvo España. Los países con menor prevalencia resultaron: Finlandia, Suecia y Noruega, países que llevan ya años siguiendo programas voluntarios de vigilancia de *Salmonella*.

Según informe de la EFSA de 2010, los porcentajes de *Salmonella* en cerdas de los países de la UE son los siguientes (Figura 1).

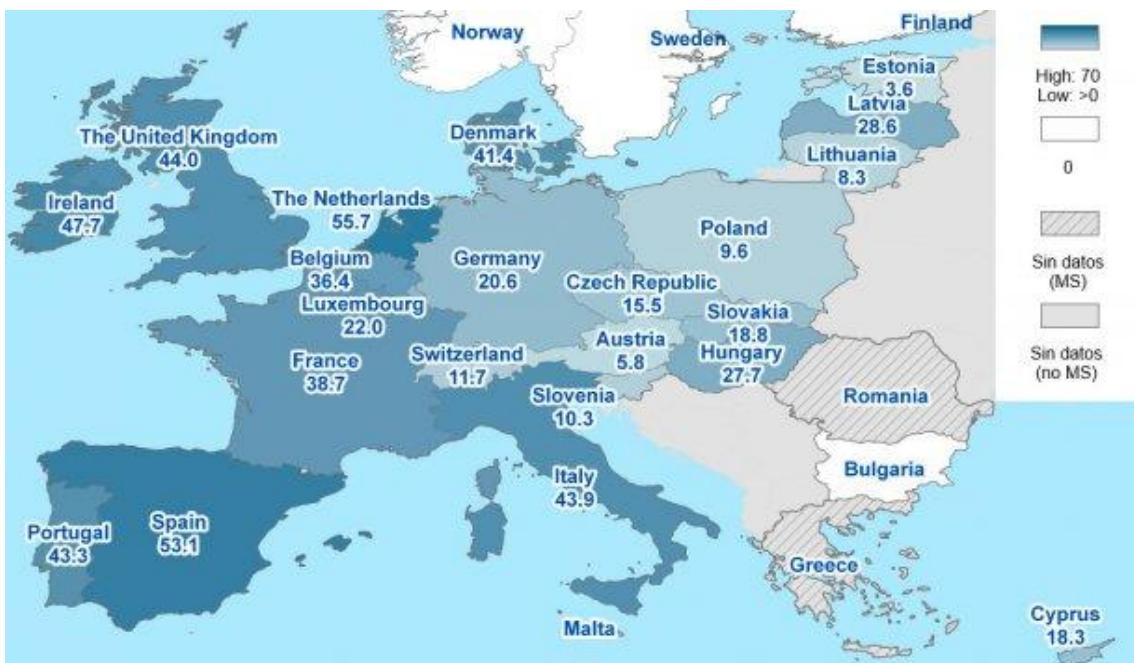


Figura 1. Prevalencia de granjas de producción porcina positivas a *Salmonella* en la UE (EFSA, 2010). Fecha de consulta 12-12-18.

Como se aprecia, los Países Bajos, España, Italia, Portugal y Francia son los cinco con prevalencias más altas y por ese orden.

1.2 Principales serotipos involucrados en la salmonelosis porcina

Los serotipos que dan el 95% de la clínica en las infecciones porcinas son: Choleraesuis y Typhimurium. El primero puede provocar septicemias y, por tanto, enfermedades graves generalizadas en el cerdo (HICA, 2017-2018). El segundo es, sin embargo, el serotipo más habitualmente aislado en cerdos, estando asociado a diarreas en animales jóvenes.

Un estudio de la EFSA de 2008 afirma que los serotipos más comúnmente aislados en los linfonodos de cerdos al momento del sacrificio son: Typhimurium (40%), Derby (14,62%) y Rissen (5,8%). De este mismo estudio se desprende que los serotipos más frecuentes en heces son: Derby, Typhimurium, London, Livingstone, Infantis y Rissen (EFSA, 2008a).

Typhimurium no sólo es el serotipo más frecuente aislado en el animal, sino también en su carne, y por tanto es el serotipo que más salmonelosis provoca en el humano, sólo por detrás de Enteritidis (Jajere, 2019)

Conviene resaltar que *S. Typhimurium* está aumentando en número de casos de salmonelosis humana, a la vez que *S. Enteritidis* está disminuyendo por el éxito de los programas de control en aves pudiéndose decir que la primera está ocupando el nicho de la segunda (González, 2014).

A diferencia de *Typhimurium*, el serotipo *Enteritidis* no está asociado al cerdo sino a aves y huevos (González, 2014). Según Jajere, 2019 tanto la carne de ave y subproductos como los huevos son la primera causa de salmonelosis humana, por delante de la carne de cerdo. Aunque se hablará sobre todo del cerdo ya que es el objeto de este trabajo.

1.3 Momentos claves para la transmisión de la infección porcina

1.3.1 Momentos de estrés

El estrés en los animales favorece que éstos aumenten la excreción en heces de *Salmonella*. El estrés puede tener origen en que los animales tengan calor o frío, puede responder también a una mezcla de animales, cambios en la dieta, concurrencia de otras enfermedades, etc. El momento del destete en lechones o el transporte, junto con hacinamientos, la privación de agua o alimento, así como prácticas de manejo inadecuadas también son situaciones estresantes para los animales (González, 2014).

El mayor riesgo para una explotación, según el anterior autor, son los cebos multiorigen, o bien, explotaciones con una alta tasa de reposición en la cual se puedan introducir de manera más probable animales portadores asintomáticos; los cuales puedan estresarse al convivir con sus nuevos compañeros. De esta forma los animales de reposición que fueran portadores podrían excretar la bacteria infectando así a sus compañeros de corral.

Un estudio llevado a cabo por Bahnsen *et al* (2006) en 62 explotaciones dónde se muestrearon 15 cerdos por granja obtuvo como resultado que más del 50% de los cerdos infectados excretaban de manera intermitente la bacteria. Estos excretores intermitentes con altas probabilidades, debido al estrés, excretarán de camino al matadero, pudiendo infectar a sus compañeros de viaje y durante su estancia en los corrales de espera, siendo estos lugares especialmente de riesgo para contraer la infección.

De todo ello se evidencia que hay un claro aumento de las prevalencias desde la granja al matadero como se demuestra en el estudio de González de 2014. Así, en el primer día de entrada al cebadero se cogieron 528 muestras de heces de las cuales el 34,9% de las mismas resultaron positivas a *Salmonella*, a los 1,5 meses ascendieron a 45%, a los 3 meses al 48% y a su salida de la explotación al 70%.

1.3.2 Momento de la lactancia

Otro momento clave para la transmisión de *Salmonella* es la producida entre madre y lechón. Aunque no se puede hablar de infección vertical como tal hay que comentar que una madre en lactación tiende a excretar la bacteria en sus heces, y es en ese momento cuando convive más íntimamente con sus lechones por lo que éstos pueden infectarse con altas probabilidades. Las heces de esta madre ensuciarían la estancia de maternidad, así como sus propias mamas, infectando así a los lechones (González, 2014). También se debe mencionar que cuando los animales son destetados, debido al cambio de alimentación y a la bajada de las defensas del sistema inmune, por el hecho de dejar de tomar calostro, son más susceptibles a ser infectados. La toma adecuada de calostro es un hecho fundamental para evitar la infección de los lechones durante la lactancia. También hay que tener en cuenta que la prevalencia de los lechones es muy reducida, aunque se cree que ésta está subestimada (Casanova-Higes *et al*, 2019).

Se debe comentar que hay estudios (González, 2014) que afirman que la mal llamada transmisión vertical es poco importante ya que los serotipos aislados de las madres y los

lechones son diferentes y que del total de cerdos infectados sólo en un 10% lo estarían por transmisión desde sus madres. Por el contrario, Casanova-Higes (2019) dice que hay relación de infección entre la madre y el lechón ya que se encuentran mismos serotipos y cepas en ambos.

1.4 Factores de riesgo

1.4.1 El pienso

Una posible fuente de contaminación es el pienso. Para demostrar este hecho se hablará de un estudio de Funk y Gebreyes (2004), en el cual el 17,6 % de las granjas muestreadas resultaron positivas en sus piensos por lo que es un riesgo a tener en cuenta. Por otro lado, decir que los serotipos encontrados en el pienso no eran los habitualmente encontrados en los animales por lo que debería aclararse con mayor precisión la importancia del pienso en la infección del animal.

Una manera de proteger a los animales es añadiendo al pienso ácidos orgánicos, lo cual disminuye el pH y aumentan las bacterias acido láctica-beneficiosas, las cuales ocuparán el nicho biológico de *Salmonella* (Doyle y Erickson, 2012).

1.4.2 El agua

Debe estar limpia y clorada, debe ser sometida a pruebas de potabilidad rutinarias. El depósito donde se almacene debe estar protegido del polvo y de las plagas de roedores y aves (González, 2014). Se ha observado que el agua de pozo entraña mayor riesgo y deben intensificarse los controles sobre la misma para evitar problemas (Mejía *et al.* 2006).

El agua y el pienso normalmente no vienen contaminados de origen si no que se contaminan en la explotación al entrar en contacto con las propias tolvas, bebederos o comederos (Rho *et al.*, 2001).

1.4.3 Las botas, la vestimenta y otros utensilios

Por medio de ellos, ya sean los propios trabajadores o las visitas pueden vehiculizar la bacteria favoreciendo la transmisión de *Salmonella* dentro de la granja o entre diferentes granjas (Cardinale *et al.* 2010).

1.4.4 Vectores o reservorios de la infección

Los animales de compañía, roedores, moscas, aves etc. Todos ellos pueden transmitir *Salmonella* de manera directa o indirecta.

En un estudio de Andrés-Barranco *et al* (2014) se obtuvo que en el 21,4% de las explotaciones había aves positivas a *Salmonella*, sobre todo con el serotipo *Thyphimurium*, y en el 46,2% roedores positivos.

Los animales de compañía por un lado protegen frente a aves y roedores, pero por otro lado ellos mismos son vehículos de *Salmonella* en algunos casos, sobretodo el gato. Por ello en general se evita la presencia de animales de compañía en la explotación (Zheng *et al.*, 2007).

1.4.5 Transmisión sin intermediarios

Salmonella, en forma de aerosol, vehiculado por el polvo o incluso mediante pequeñas partículas de heces puede viajar largas distancias (De Busser *et al*, 2013).

1.4.6 Instalaciones

Son una fuente de contaminación muy importante.

Los suelos de slat, es una forma de prevención de la infección ya que se disminuye el tiempo de contacto de los cerdos con las heces (Hotes *et al*, 2010) y en cuanto a la separación entre corrales parece que el hecho de que los cerdos estén hocico con hocico con sus vecinos de corral no es lo más recomendable (Rajic *et al*, 2007).

Otra variable es el tamaño de la explotación, que también está relacionado con el riesgo, y es que algunos estudios afirman que un mayor tamaño repercute en mayor prevalencia de la infección (Benschop *et al*, 2010). Sin embargo, otros niegan tal relación y achacan la posible correlación positiva de ambas variables a otros factores que concurren cuando una explotación es grande. Es decir, que el riesgo lo albergaría distintos factores que acompañarían a este mayor tamaño de explotación, como, por ejemplo: número de lotes, corrales en cada nave, cerdos en cada lote, cerdos en cada corral, así como otros de estas características los cuales podrían favorecer la transmisión de *Salmonella* (Farzan *et al*, 2010).

1.5 Patogenia

Salmonella viaja por el esófago hasta el estómago dónde es resistente al pH del estómago y a las sales biliares. Más tarde colonizará el intestino delgado resistiendo al peristaltismo de este para así conseguir penetrar en los enterocitos. Burla sus mecanismos de defensa intracelular y se multiplica dentro de los mismos (Anónimo, 2008; González, 2014). Dicho esto, podemos concluir que el daño es por la colonización de los enterocitos, por ello la infección recibe el nombre de toxíinfección. Aunque se sabe que producen algunas toxinas, pero no tienen un efecto relevante. (HICA, 2018-2019).

Posteriormente infectará los linfonodos mesentéricos regionales dando lugar a una infección local y podrá pasar a sangre produciéndose así una septicemia. También es habitual que esta bacteria se multiplique en el interior de los macrófagos y se localice en hígado, bazo y hasta en médula ósea dando la sintomatología correspondiente (Mainar-Jaime y Creus, 2010).

Por último, la bacteria, sobre todo ante situaciones de estrés, será excretada por heces siendo muy resistente en el medio ambiente (Anónimo, 2008). En el caso de los animales subclínicos la bacteria se encontrará latente en los linfonodos mesentéricos, en tonsillas y en el propio intestino fundamentalmente (González, 2014).

Una clasificación muy interesante en cuanto al estado de infección y contaminación de los cerdos es la que menciona (González, 2014), en la cual se diferencian 6 estados o categorías:

- Libre; no porta *Salmonella* en su interior ni en su superficie
- Libre contaminado; no porta *Salmonella* en su interior, pero si en superficie.
- Excretando; porta *Salmonella* en su interior y la libera al exterior
- Excretando contaminado; porta en interior y la libera al medio, así como también en el exterior.
- No excretor (portador); porta la bacteria en su interior, pero no en el intestino si no en sus órganos y no excreta.
- No excretor contaminado; como en el caso anterior pero también porta su bacteria en la canal.

1.6 Formas de enfermedad

Como se ha mencionado antes la mayoría de los animales son subclínicos, pero a veces podemos ver una clínica evidente, lo que dependerá del serotipo implicado y la especificidad del huésped (De la Torre, 2006) habiendo dos formas fundamentales (Del Pilar *et al*, 2005).

1.6.1 Forma septicémica por *S. Choleraesuis*

Ocurre en animales recién destetados que pasan a transición. Encontramos a los animales con fiebre (pudiendo superarse los 42º), tos húmeda, inapetencia, se niegan a moverse y se agrupan (De la Torre, 2006; Del Pilar *et al*, 2005). También puede aparecer cianosis en las orejas, nariz y/o cola (Figura 2) y disnea (Barceló y Marco, 2003; De la Torre, 2006 González, 2014). La diarrea en este caso sólo se hace evidente a partir de los 3 o 4 primeros días de la enfermedad. Si aparece será de aspecto líquido y amarillento; aunque otros autores afirman que es muy característico las hemorragias en estas diarreas (Figura 3) (Barceló y Marco, 2003; González, 2014). La mortalidad es del 10% aproximadamente. Por otro lado, los animales que se recuperan quedarán como portadores y excretarán la bacteria (Del Pilar *et al*, 2005; González, 2014).



Figura 2 (Barceló y Marco, 2003). Cianosis en la punta de las orejas. Fecha de consulta: 21-5-19



Figura 3 (Barceló y Marco, 2003). Diarrea sanguinolenta. Fecha de consulta: 21-5-19

1.6.2 Forma enterocolítica por *S. Typhimurium*

Es la de mayor incidencia en la UE y en España (Sánchez López, 2017). Lo primero que veríamos es una diarrea en un inicio con moco y sangre para luego ser amarillenta y acuosa. Se prolonga de 3 a 7 días y puede desaparecer y reactivarse durante semanas dando la impresión de una enfermedad diarreica fluctuante. Otros de los síntomas son deshidratación, disminución del apetito y fiebre. La mortalidad es muy baja y la enfermedad es auto limitante pero los animales quedan como portadores y excretarán durante dos meses (Del Pilar *et al*, 2005; De la Torre, 2006 González, 2014).

Se debe mencionar que, pese a que los animales de cebo son los más propensos a padecer la enfermedad, las reproductoras también pueden sufrirla. Aunque no es habitual a veces pueden observarse signos nerviosos en los animales, así como un curso lento de la enfermedad en la cual observaremos focos de necrosis e inflamatorios en el bazo, hígado y/o pulmón (Anónimo, 2008; Barceló y Marco, 2003). También es importante decir que los lechones mientras no sean destetados es difícil que padecan la enfermedad ya que están protegidos por la inmunidad calostral (Barceló y Marco, 2003).

Algunas de las lesiones que podríamos observar en un caso de salmonelosis enterocolítica son: enteritis aguda, catarral (Figura 4) y/o hemorrágica (Figuras 5 y 6). Hemorragias y necrosis en los linfonodos (IEP, 2017-2018). Enteritis necrótica (Figura 7) (Del Pilar *et al*, 2005).



Figura 4 (Barceló y Marco, 2003). Enteritis. Recuperado el 21-5-19.



Figura 5 (IEP, 2017-2018). Enteritis Hemorrágica. Recuperado el 15-4-19



Figura 6 (IEP, 2017-2018). Enteritis Hemorrágica. Recuperado el 15-4-19.

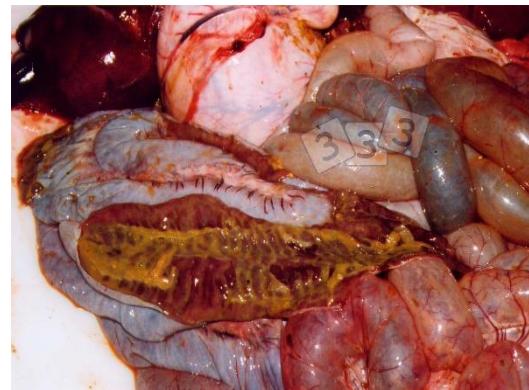


Figura 7 (Barceló y Marco, 2003). Enteritis necrótica. Recuperado el 21-5-19

1.7 Diagnóstico de la infección

1.7.1 Microbiológico

Se basa en el aislamiento de la bacteria, lo cual permite conocer el status actual del animal y nos informa de los animales que están excretando la bacteria en heces (González, 2014).

Se debe tener en cuenta que es un método de baja sensibilidad cuando tratamos de diagnosticar animales subclínicamente infectados. Es decir, un resultado positivo seguro que es un verdadero positivo, pero uno negativo ni mucho menos será un verdadero negativo ya que hay excretores intermitentes y se pueden enmascarar los resultados (Mainar e Iguácel, 2011; Sánchez López, 2017). Por contra, si los cerdos tienen clínica (diarrea) la bacteria se aísla fácilmente siendo el diagnóstico sencillo si tantos falsos negativos.

Además, como factores negativos decir que es caro y se necesita procesar gran volumen de muestra (Mainar e Iguácel, 2011). Se basa en un cultivo de la bacteria y una posterior identificación bioquímica de ésta (González, 2014).

El método bacteriológico permite, tras el aislamiento de la bacteria como tal, diferenciarla mediante un perfil bioquímico de otras enterobacterias. Normalmente, para determinar el perfil bioquímico se usa el Sistema API, el cual es un kit comercial que permite realizar gran cantidad de pruebas bioquímicas a la vez, siendo este formato muy cómodo (González, 2014; De la Torre, 2006). La microbiología suele hacerse cuando en una explotación aparece una seroprevalencia muy alta y queremos saber más acerca del problema, así como estimar su gravedad (Mainar e Iguácel, 2011).

1.7.2 Serológico

Se usa principalmente la técnica de ELISA indirecto, para detectar anticuerpos específicos frente a *Salmonella*. Este método no nos habla del status actual sino de si ha habido contacto en algún momento con la bacteria. Es menos laborioso y en un día podemos obtener los resultados lo que resulta ventajoso. Es más barato y además podemos procesar gran número

de muestras resultando útil para comprobar la eficacia de los programas de control en regiones endémicas o para establecimiento del estatus inmunológico. También ayuda a conocer la seroprevalencia frente a la infección en diferentes zonas geográficas (González, 2014; Mainar e Iguácel, 2011), pero no indica si el animal está actualmente infectado ni si excreta, ni tampoco permite identificar serotipos (González, 2014).

Las muestras, en este caso son suero sanguíneo o jugo de carne en el caso de animales ya sacrificados (Mainar e Iguácel, 2011). La sensibilidad y especificidad de esta prueba depende del “corte” elegido, es decir el título a partir del cual el animal es considerado positivo. Generalmente se utilizan “cortes” altos para evitar falsos positivos y así poder identificar las verdaderas explotaciones problema (Mainar e Iguácel, 2011). Hay que considerar que el inicio de la respuesta inmune se produce a los 7 días siendo máxima a los 30 aproximadamente, por lo que un animal recientemente infectado resultará negativo durante los primeros días tras la infección (De Busser *et al*, 2013).

Los muestreos serológicos puntuales no son representativos y se necesita que sean seriados, en distintas épocas del año y siempre una muestra debe cogerse al final del cebo ya que es en este momento cuando van a estar infectados el mayor número de animales. Sólo así podremos acercarnos a conocer el status sanitario real (Mainar e Iguácel, 2011). Resulta útil combinar la serología de *Salmonella* con la de otros microorganismos como forma de diagnosticar otras enfermedades.

1.7.3 Otras técnicas

1.7.3.1 Métodos moleculares-genotípicos

Se han desarrollado pruebas de amplificación de ácido nucleico, que incluyen PCR convencional y PCR en tiempo real. Los métodos de amplificación de ácido nucleico tienen el potencial de amplificar pequeñas cantidades de organismos y bacterias no cultivables, así como organismos muertos. La sensibilidad de la PCR sin enriquecimiento en los casos positivos de hemocultivos supera el 90% según algunos trabajos, aunque en otros casos indican sensibilidades mucho más bajas en función del número de bacterias en la sangre (Crump *et al*, 2015).

1.7.3.2 Métodos genéticos

Son la opción más innovadora y aún están en desarrollo. Son extremadamente rápidas por lo que jugarían un papel muy importante ante un brote en el que se deban tomar decisiones instantáneas (González, 2014).

1.8 Tratamiento en el cerdo

El tratamiento en el cerdo entraña complicaciones ya que muchas veces los antibióticos no son eficaces debido a que existen muchas resistencias y a que la bacteria en muchos casos se encuentra protegida en su nicho intracelular (Del Pilar *et al*, 2005).

Se debe decir que la ``reina'' de las multiresistencias es la variante monofásica de *S. Typhimurium*, la cual muchas veces hace imposible conseguir resultados satisfactorios con la mayoría de antibióticos (García, 2011).

Por otro lado, cuando se produce un brote, el objetivo inmediato es prevenir la propagación de la enfermedad (Del Pilar *et al*, 2005) para lo cual se suelen usar antibióticos, ya que disminuyen la excreción de la bacteria (IEP, 2017-2018).

El segundo objetivo es reducir al máximo la mortalidad y morbilidad para lo cual se administrarán antibióticos como la colistina, apramicina o quinolonas; siendo la vía de administración oral o parental (IEP, 2017-2018).

2. Salmonelosis humana

2.1 Situación en España y en la UE

Un estudio de la EFSA de 2016 indica que la incidencia en España en el año 2014, fue de 6.643 casos (47,6/100.000 hab.), muy superior a la media europea (Sánchez López, 2017) y superior también a 2009, por lo que la salmonelosis humana lejos de disminuir aumenta.

La UE cuenta aproximadamente con 741 millones de habitantes, y se diagnostican de 90 a 100.000 casos de Salmonelosis en humana (Dang-Xuan *et al*, 2019).

El número de casos en cualquier país del mundo está infravalorado por los siguientes motivos: muchas veces las personas enfermas no acuden al médico; si efectivamente van no es habitual que el médico les coja muestra para llegar al final del diagnóstico. Y si se les coge muestra ni el laboratorio ni el médico, en muchas ocasiones, transmiten dichos resultados a la autoridad competente. Sólo el 25% de las salmonelosis humanas son conocidas y debidamente registradas (EFSA, 2013).

El coste derivado de esta enfermedad se estima en 2.708 millones de dólares anualmente en EEUU (CDC, 2011). Así, se considera que la Salmonelosis en humana es una enfermedad ``oculta'', y que no tiene mucha ``prensa''.

2.2 Principales serotipos involucrados en la salmonelosis humana

Los serotipos que más comúnmente afectan a humana son Enteritidis y *Thyphimurium*. (De la Torre, 2006). Este mismo autor habla que según el Laboratorio General de *Salmonella* y *Shigella* (LNRSSE) los porcentajes de Enteritidis y *Thyphimurium*, en el conjunto de aislamientos informados en España en el año 1997 fueron: 45 y 32% respectivamente; así como de 61 y 20% en el año 2001. Se debe recalcar que a día de hoy Enteritidis sigue siendo el serotipo más veces aislado, pero está ganando terreno *Thyphimurium*, estando a día de hoy los porcentajes más parejos que nunca entre uno y otro (De la Torre, 2006). Incluso se estima que a partir del 2014 los casos de salmonelosis atribuida a *Thyphimurium* son mayores que los atribuidos a Enteritidis (Sánchez López, 2017).

Otro dato que da este último autor fue que en el 48% de los casos en los que se aisló el serotipo *Thyphimurium* el brote estuvo asociado a consumo de cerdo en la UE. De lo que no cabe ninguna duda es de la gran importancia que está adquiriendo el serotipo *Thyphimurium*, siendo obligada su investigación en cualquier brote de salmonelosis en la UE (HICA, 2107-2018).

Otros dos serotipos que están habitualmente relacionados con la Salmonelosis humana son Rissen y Derby (García, 2011), los cuales, junto a Enteritidis, son los más resistentes a la limpieza y desinfección (González, 2014).

Por otro lado, el serotipo *Thyphi* produce fiebre tifoidea, sobre todo en países en desarrollo por lo que no hablaremos más de él (HICA, 2017-2018).

Mención aparte merece la versión monofásica de *Thyphimurium* (4,5,12:i:-), que se llama así por la ausencia de los antígenos en su fase flagelar (Ponsa, 2018), y la cual está aumentando en el número de aislamientos, considerándose ya la tercera o cuarta en importancia (De la Torre, 2006; Sánchez López, 2017). Se considera un serotipo emergente y su éxito se debe, en parte, a su multi-resistencia (García, 2011).

2.3 ¿Cómo llega *Salmonella* a provocar un caso de salmonelosis humana?

La transmisión es feco-oral y las personas se infectan a través de la ingestión de agua mal depurada, de ingestión de vegetales regados con aguas contaminadas y, por último, y en lo que concierne para este trabajo, por ingesta de carne contaminada, ya sea de cerdo o ave y huevos. (HICA, 2018-2019; Jajere, 2019).

Se necesita de una visión amplia debiendo pensar en todos los ``eslabones'' de la cadena alimentaria para comprender cómo llega a contaminarse la carne y cómo llega a producirse un caso de salmonelosis en las personas (González, 2014). Parecería lógico pensar que si una canal está infectada lo es porque ese animal lo estaba, pero esto no es precisamente así. En este sentido en un estudio se observó que el número de canales positivas a *Salmonella* superaba al número de animales considerados infectados tras analizar sus correspondientes linfonodos (De Busser et al, 2013). Es decir, el hecho de que una canal sea positiva no implica que el animal esté infectado ya que hay más animales con *Salmonella* en la superficie de sus canales que en su interior, lo que rompe esta correlación.

Hay muchas posibilidades adicionales para que una canal esté contaminada, como por ejemplo una contaminación cruzada en matadero desde otra canal o a través del propio operario manipulador que sea portador de esta bacteria. Por último, también podría producirse una contaminación cruzada a través de los materiales del matadero que entran en contacto con la canal (HICA, 2018-2019).

Otro estudio apoya todo lo mencionado con anterioridad tras observar que la mayoría de serotipos de *Salmonella*, provenientes de muestras cogidas en la canal, eran diferentes a los obtenidos de linfonodos, de lo cual se desprende de nuevo que la contaminación interna no es

la principal causa de que al consumidor le llegue carne contaminada, sino las prácticas de sacrificio (Barceló y Marco, 2003).

La contaminación cruzada es posible también durante la elaboración. Para evitarlo la higiene de los procesos es fundamental (González, 2014). Llegados a este punto se debe decir que los alimentos de riesgo, dentro de la industria cárnica porcina, son los embutidos ya que es carne cruda a la que se le aplican tratamientos insuficientes para eliminar *Salmonella*. Por otro lado, se debe prestar atención a los hábitos culinarios, sobre todo al tiempo al que sometemos al calor a las piezas de carne, ya que una carne poco hecha entraña más riesgo que una que lo esté más (González, 2014).

2.4 Formas de enfermedad en las personas

La primera sería la más grave de todas, la fiebre tifoidea. De esta no vamos a hablar porque no la produce el cerdo. La otra es la fiebre no tifoidea, que cursa con gastroenteritis y que es la más habitual en la UE, y en España. Los síntomas aparecen aproximadamente 48 horas después de la ingesta y son fundamentalmente: vómitos, diarreas, tenesmo, fiebre y cefaleas. Es auto limitante al cabo de 4 o 8 días, aunque a veces se requiere hospitalización y tratamiento (Jajere, 2019). Normalmente y si la persona no está inmunocomprometida la enfermedad remite sola sin necesidad de tratamiento específico ni hospitalización. Solo habría que tener más cuidado en el caso de pacientes como niños y ancianos y personas inmunodeprimidas (González, 2014).

2.5 Diagnóstico

En el caso del humano el diagnóstico es poco importante ya que no se suele llegar a hacer porque la enfermedad es casi siempre auto limitante, y el tratamiento no difiere mucho en el caso de ser una Salmonelosis respecto a si es una gastroenteritis de otra causa. No obstante, si el problema es persistente o especialmente grave se podrán coger muestras de heces y realizar un cultivo de las mismas (Anónimo, 2018).

El cultivo microbiológico es el pilar del diagnóstico. El diagnóstico definitivo se basa en el aislamiento de *Salmonella enterica* de muestras clínicas normalmente estériles, generalmente de sangre y médula ósea. El cultivo confirma el diagnóstico y proporciona un aislamiento para poder aplicar pruebas de resistencia antimicrobiana, tipificación y caracterización molecular (Crump *et al*, 2015).

2.6 Tratamiento

La mayoría de las personas infectadas por salmonelosis se recuperan sin ayuda o sólo necesitan líquidos para evitar la deshidratación. Por lo general, no se recomienda el uso de antibióticos ni de medicamentos que controlen la diarrea para los casos leves (Department of Health, 2003).

En el caso de ser necesario tratamiento éste es sintomático, fundamentalmente rehidratación, junto con antibióticos preferiblemente previo antibiograma, por las múltiples resistencias que existen (Anónimo, 2008; Argüello *et al*, 2017; García, 2011). Las fluoroquinolonas son el

antibiótico de elección y se administran por vía oral. En el caso de Salmonelosis graves en niños se administrarán cefalosporinas vía parenteral (González, 2014)

Por último, mencionar que están aumentando los casos de resistencias antimicrobianas y por tanto también los gastos de tratamientos y la frecuencia de hospitalización (Jajere, 2019)

3. Prevención

3.1 Prevención en la explotación

La prevención es disminuir los factores de riesgo, tanto en granja, matadero, en la industria o en la mesa (De la Torre, 2006). En la explotación las medidas no sólo deberán enfocarse en impedir la entrada de *Salmonella* sino también a evitar su transmisión dentro de la granja y aumentar la resistencia de la infección (González, 2014).

El estudio de Mainar e Iguácel de 2011 recopila las posibles medidas de prevención a nivel de la explotación en función de la facilidad de aplicación, la eficacia esperada y el coste de su aplicación. Otorga una calificación, la cual puede ir del 0 al 15, la cual aparecerá entre paréntesis tras nombrarse la medida en cuestión. Se va a proceder a mencionar las medidas de manifiesta importancia por el hecho de obtener una calificación por encima de 13.

- Sobre las infraestructuras de la explotación tenemos 4: dos encaminadas a evitar la contaminación cruzada entre la madre y el cebo: programar el trabajo y el orden de actividades (14) y cambios de botas y ropa entre las madres y el cebo (14,2). La tercera consiste en restringir la entrada de vehículos (14,2) y la última es realizar un vacío sanitario funcional (13,2).
- La higiene de la explotación es el segundo bloque con más medidas con una puntuación igual o mayor que 13: uso de equipos y materiales para cada nave o fase (13,3), uso de botas de diferentes colores para uso exclusivo de una nave o fase (13,3), pediluvios exclusivos para cada nave o fase (13,2), limpieza y desinfección por inmersión con agua a presión y de manera diaria de los utensilios (13,3), limpieza y desinfección de corrales y sistemas de ventilación (13,8), limpieza y desinfección adecuada de los silos y mantenimiento de los mismos (13,3) así como cierre adecuado de los silos evitando entradas de aves (14,1); estas dos últimas para evitar la contaminación del pienso.
- La bioseguridad es el bloque ``estrella'' ya que cuenta con 14 medidas con máximas puntuaciones: estricto programa de DDD realizado por empresa certificada y bajo monitorización (13,3), limpieza interior y exterior de las naves evitando presencia de restos de pienso, escombros o materiales de desecho entre otros (13,1), evitar la presencia de otras especies en la explotación con especial énfasis en las aves (13,7), naves cerradas (13,9) con perros atados (13,6) y evitando la presencia de gatos (13,4) como forma de alejar posibles vectores y hospedadores de la infección, libro de visitas adecuado y en uso (13,8), equipamiento (monos y botas) exclusivo para las visitas (13,5), disponer y mostrar el protocolo de seguridad para visitas (13,5), inspección rutinaria y remplazo de contenedores en mal estado (14,2) para evitar contaminación cruzada por vectores, limpieza y desinfección de las áreas externas a las que acceden los camiones (13,2), registro de entradas de vehículos (13,5), ponerse las calzas antes de la bajada del camión

(13,3) y exigir certificado de desinfección previo al acercamiento del camión a la explotación (14,1).

- El último bloque sería el de alimentación en el cual destacan dos medidas: exigir a fábrica el certificado de realización de un control específico sobre *Salmonella* (13,2) y comprobación regular del buen funcionamiento de los sistemas de aguas (13,7).
- En cuanto al manejo ninguna medida parece destacar tras aplicar los criterios comentados, pero se nombran dos que pueden ser interesantes ya que también son tenidas en cuenta por otros autores: todo dentro-todo fuera (Barceló y Marco, 2003; Creus, 2007) y densidad adecuada de animales (González, 2014).

Como conclusión diremos que el bloque de bioseguridad de una explotación es lo más importante porque alberga el mayor número de medidas que son fáciles de aplicar, eficaces y con un coste asumible por lo que son realmente recomendables y viables. En el caso del bloque de manejo, no es que no se disponga de medidas de interés, si no que las medidas posibles suponen un alto coste o entrañan gran dificultad llevarlas a cabo ya que significaría cambiar rutinas y hábitos de trabajo que están muy implantados en nuestros sistemas de producción y esto es difícil.

3.1.2 Prevención en el pienso

Se debe trabajar más en esta dirección ya que el alimento dado a los animales es el inicio de la cadena de producción, es decir, va más allá de la mítica frase “de la granja a la mesa” ya que es anterior a la granja. Un menor porcentaje de alimentos contaminados se traduce en menores prevalencias en la granja, sobre todo en las zonas de muy baja prevalencia (De Busser *et al*, 2013).

Una buena medida consiste en acidificar el pienso (1,2% ácido fórmico y ácido láctico) ya que disminuye la presencia de *Salmonella* en linfonodos (Creus, 2007). Otro autor (Farrés, 2015; 2016) observó que administrar butirato sódico encapsulado en la dieta de los cerdos de engorde resulta eficaz para disminuir la excreción de *Salmonella* contribuyendo a una menor prevalencia de la infección.

Otra forma de prevención a este nivel consiste en aplicar tratamientos térmicos para higienizar el pienso. No debemos perder de vista que cualquier tratamiento térmico no tiene efecto residual y la re-contaminación por tanto es posible (De Busser *et al*, 2013).

3.1.3 Prevención en el agua

Aunque se precisa de más investigación, la adición de ácidos orgánicos reduce la excreción de la bacteria (De Busser *et al*, 2013).

3.1.4 Prevención mediante vacunación

Debe realizarse en las madres y en lechones en las primeras a las 8 semanas de preñez y revacunarse pasadas 3 semanas. En el caso de los lechones debe administrarse a las 3 y 5 semanas de vida. También apostillar que según De la Cruz *et al* (2017) no está comprobado que la vacuna atenuada sea más eficaz que la inactivada. Sin embargo, otros estudios si afirman la mayor eficacia de las atenuadas (De Busser *et al*, 2013) pero se debe tener cuidado

con la virulencia de las mismas. Otro factor a tener en cuenta es que las vacunas serán útiles sólo frente al mismo serotipo (Argüello *et al*, 2017).

La vacunación interfiere con los programas de control serológico (Argüello *et al*, 2017). En la UE sólo hay una vacuna eficaz disponible y es contra *Salmonella* entérica *Thyphimurium*, se da subcutáneo en cerdos y oral en lechones y se basa en la detección de los antígenos O, por lo que no permite diferenciar entre vacunados e infectados (De Busser *et al*, 2013). Esto podría solucionarse en un futuro usando como marcador la proteína OmpD ya que induce la inmunidad suficiente, pero permite diferenciar de los animales infectados naturalmente. Para finalizar este tema deben plantearse dos preguntas (De Busser *et al*, 2013): ¿Qué animales deberían vacunarse? ¿Si la vacuna es obligada quién asumiría el alto coste?

3.2 Prevención en el transporte.

Se deben hacer las paradas reglamentarias y no conducir bruscamente, se deben evitar mezclas de animales, se debe cumplir con las normas de densidad animal evitando hacinamientos, se deben cumplir con las necesidades de ventilación, así como realizar una buena limpieza y desinfección (L+D) del camión (De Busser *et al*, 2013; Sánchez López, 2017; González, 2014).

3.3 Prevención en la espera pre-sacrificio.

Es importante disponer de un buen diseño de infraestructura, así como unos buenos operarios, lo que posibilitará mover a los animales adecuadamente con la menor intervención humana posible para reducir el estrés y por tanto la excreción (bienestar animal en general). Además, se debe realizar una buena L+D del corral de espera, así como habilitar duchas por si la temperatura fuera muy alta (De Busser *et al*, 2013; Sánchez López, 2017).

Las medidas recogidas en los dos anteriores bloques van encaminadas a reducir el estrés del animal, reduciendo así la tasa de excreción y evitando la transmisión de la bacteria entre los animales. También se basan en evitar ambientes contaminados, que es otra de las claves para evitar que animales seronegativos excreten al llegar a matadero (Casanova-Higes *et al*, 2017).

Sólo llevando a cabo estas medidas de manera rigurosa podremos evitar los aumentos de prevalencias que sistemáticamente se producen desde que el animal sale de la explotación hasta sale del corral de espera (González, 2014).

3.4 Prevención en el matadero.

Algunas medidas que se pueden aplicar en el matadero para prevenir la contaminación final de las canales por *Salmonella* (Argüello *et al*, 2017; De Busser *et al*, 2013; HICA, 2018-2019; Sánchez López, 2017) aparecen a continuación.

- Escaldado, se sumerge la canal en agua la cual debe estar a una temperatura de compromiso (≥ 63 Cº) precisamente para evitar contaminaciones cruzadas. Se podría

plantear subir la temperatura de esta agua, pero no es viable porque resulta dañada la canal. Lo que ocurre es que tras el paso de muchas canales la temperatura puede descender por debajo de los 60 por lo que se deben hacer cambios de agua rutinarios, así como disponer de un termómetro para monitorizar la temperatura del agua. Esta fase sería un Punto Crítico de Control (PCC)

- Depilado, fase en la cual se hace pasar al cerdo por una máquina que contiene unas palas metálicas las cuales por fricción con el animal eliminan el vello. Puede haber contaminación cruzada por lo que resulta clave la L+D de las palas y el rodillo de esta máquina. No se considera PCC pero si es un momento muy importante.
- Chamuscado: es otro PCC y, junto con el escaldado son los procesos en los que más se puede reducir la concentración de *Salmonella* en la canal.
- Eviscerado: se trata de otro PCC, quizás el más determinante ya que es el momento en el que *Salmonella* puede pasar del interior del animal a su canal. Para evitar esto se usarán cuchillos de punta roma para no incidir el aparato digestivo y evitar así la contaminación del instrumental y de la canal con heces. Se tendrá a los animales en ayuno previo, se harán estrictas L+D de los utensilios, se sellará el ano lo cual, aunque no es obligatorio es muy recomendable. Los cuchillos se limpiarán sumergiéndolos en agua a 82 Cº, se formará a los manipuladores de forma que la higiene sea máxima y su destreza elevada y, por último, se debe tener precaución cuando se corta el esternón y la línea alba para que no caigan vísceras al suelo salpicando y contaminando las canales.

Un factor determinante es la velocidad de la cadena ya que muchas de las medidas mencionadas requieren de un tiempo mínimo para llevarlas a cabo. Muchas veces no se hacen bien las cosas por desconocimiento o desidia, sino que es la falta de tiempo la culpable. Una vez se obtienen las canales éstas serán inspeccionadas, momento en el cual, si no se tiene cuidado, podemos contaminar las canales de nuevo. Además, esa canal puede estar sometida a muestreo de *Salmonella*, para lo cual se llevará a cabo el protocolo antes mencionado. Por último, se llevarán las canales a las cámaras frigoríficas de manera inmediata. No se deberán introducir canales calientes, no se debe abrir con frecuencia las cámaras, se debe llevar a cabo una buena L+D de éstas y la temperatura de la estancia no superará en ningún caso los 7 Cº.

Desde 2006, se permite utilizar sustancias distintas del agua (una combinación aceptada y eficaz sería el agua caliente junto al clorito de sodio acidificado) para eliminar la contaminación bacteriana de las canales una vez faenadas. Está permitido con el requisito de que el producto a usar debe aprobarse por la EFSA BIOHAZ Panel y que esto no sea más que un mero complemento de las técnicas y prácticas de higiene ya vistas. Es decir, que no sirva para eximir todo lo demás ya que lo fundamental es el resto de acciones (De Busser *et al*, 2013).

Existen también estudios (Hernández Palacios, 2018) que sugieren que el uso de determinados ácidos orgánicos (acético, sórbico, láctico o propiónico fundamentalmente), adicionados al agua durante la estancia en los corrales de espera podría contribuir a la reducción de la excreción de *Salmonella* de los cerdos, reduciendo la contaminación ambiental del matadero.

Los problemas para aplicar rutinariamente este procedimiento es que disminuye la palatabilidad del agua y el pienso y que hay autores no tan convencidos de su eficacia por el hecho de haber otros estudios que arrojan resultados más heterogéneos. Lo cual quizás es

consecuencia de la gran variedad de ácidos orgánicos disponibles, de la matriz (agua y pienso y que pienso), de la concentración, del tiempo de exposición, de la cantidad de agua o pienso ingerido, del estrés, o del acceso a bebederos. Según (Hernández Palacios, 2018), resulta especialmente eficaz en animales de alto riesgo procedentes de granjas positivas ya que disminuiría hasta un 15% el nivel de excreción.

3.5 Prevención en la mesa.

Esta es la última barrera para impedir que *Salmonella* llegue al consumidor y existen medidas concretas y sencillas para evitarlo: mantener la cadena del frío y aplicar tratamientos térmicos por encima de 65º consiguiendo que en el interior del alimento se alcancen los 75Cº (González, 2104).

También L+D de los cuchillos y las tablas de cocina o disminuir en lo posible el intervalo producción-consumo (HICA 2018-2019).

Es importante limpiarse bien las manos y separar los alimentos crudos de los cocinados (Anónimo, 2008).

4. ¿Un plan de control obligatorio en porcino a nivel explotación?

El caso es que todas estas medidas resultarían útiles pero su aplicación está a criterio de la integradora o del productor en cuestión, es decir no hay como en aves, un plan obligatorio común. Éste no existe por diferentes razones: hay estudios económicos que revelan la no viabilidad de estas acciones (Gavin *et al*, 2018), la crisis económica ha disminuido los recursos frente a la lucha de enfermedades y los éxitos del programa avícola ha hecho disminuir el total de los casos de Salmonelosis por lo que de alguna forma las autoridades sanitarias se han conformado por el momento. Además, la producción porcina, así como la epidemiología de la salmonelosis en esta especie tienen una particular idiosincrasia, siendo difícil establecer medidas concretas comunes (Argüello *et al*, 2017). Pese a que desde las instituciones se ha enfriado la lucha contra la Salmonelosis porcina, ésta sigue siendo un factor limitante de las exportaciones y una causa de pérdida económica para la industria para el que no cumple los requisitos mínimos (Argüello *et al*, 2017).

Hay que decir que muchos estados miembros ya han iniciado programas específicos de control a nivel de explotación (Mainar e Iguácel, 2011), ya que la prevención debe ser dual (explotación-matadero) (Creus, 2007). Aunque es cierto que las medidas llevadas a cabo en el matadero son más eficaces para muchos de los autores consultados (Argüello *et al*, 2017; De Busser *et al*, 2013).

Las principales medidas que debería contemplar el plan obligatorio común serían las enumeradas anteriormente. Éstas tendrían que ver, más bien, con cambios en la mentalidad y rutinas y puede ser factible acometerlas antes de la entrada en marcha del plan obligatorio en un futuro.

Además, según los autores anteriores, el coste de estas primeras medidas podría justificarse así mismo por el hecho de que otras infecciones también se verían controladas, por lo que los beneficios trascienden a la salmonelosis como tal. Otra de las primeras acciones debería ser realizar muestreos para conocer la situación de partida en cuanto a la infección, así como conocer los factores o actividades de mayor riesgo para corregirlos y partir de esa base (Mainar e Iguácel, 2011).

Otras claves para llevar a cabo todo esto serían: establecer los objetivos de reducción de prevalencias incluyendo los plazos para llevarlo a cabo, dibujar una línea de trabajo marcando unas ideas o pautas básicas para el control, realizar una categorización de las explotaciones en función de su estatus sanitario y riesgo, marcar unos planes de actuación en el caso de resultados insatisfactorios así como sanciones en los casos que fueran precisos, nombrar a los laboratorios de referencia y las técnicas oficiales y nombrar las autoridades autorizadas para supervisar, inspeccionar y monitorizar el plan (Mainar e Iguácel, 2011).

Los muestreos servirían para ayudar a tomar decisiones, es decir, si una explotación obtiene una seroprevalencia baja (<20%) y el bacteriológico es negativo para serotipos zoonóticos se podrá esperar a tomar medidas. Si hay altas prevalencias altas, así como serotipos especialmente patógenos para las personas habrá que tomar medidas inmediatas. Una vez tomadas deberán supervisarse los resultados en posteriores muestreos y tomarse más medidas si fuera necesario (Mainar e Iguácel, 2011).

Acabar recalmando que el objetivo principal de cualquier plan de control de *Salmonella* porcina debería ser contribuir a la reducción de la incidencia de salmonelosis humana (Mainar *et al*, 2017).

4.1 La importancia del ganadero.

Para que todo esto sea posible y salga bien la piedra angular son los ganaderos, son los que deben entender la importancia del control y su utilidad. Para ello debemos hacerle partícipe de los logros o no del programa, dándole a conocer los resultados de los muestreos y el ranking de explotaciones, lo cual puede motivarle mucho. Pero no todo son exigencias sobre éste, sino que sería bueno recibir apoyo económico y logístico por parte de la administración y por parte de su integradora (Mainar e Iguácel, 2011).

4.2 La integradora

Es la más indicada para realizar auditorías y supervisar el plan, así como para preparar cursos de formación para los ganaderos centrando el temario en el manejo. También debería participar activamente de la prevención mediante la fabricación de piensos que favorezcan la protección frente a la infección. Por ejemplo, piensos con ingredientes beneficiosos como pulpa de remolacha o cereales partidos, con un tamaño de partícula adecuado o con la adición a los mismos de ácidos orgánicos, pro y prebióticos, aceites esenciales, etc.

4.3 La importancia de las Agrupación de Defensa Sanitaria (ADS) y las Oficinal Comarcales (OCA)

Las ADS jugarían su papel, así como las OCA las cuales son muy frecuentadas por los ganaderos y se puede aprovechar para informarles y concienciarles mediante pósteres, trípticos, pegatinas u otros elementos. (Mainar e Iguácel, 2011). Como se aprecia, se necesitaría la implicación de diversas instituciones, la inversión necesaria y las ganas de llevarlo a cabo.

5. Plan obligatorio en el matadero

A diferencia de la explotación, si hay un plan obligatorio para control de *Salmonella*. Dicho control, según el Reglamento (CE) 217/2014, de 7 de marzo de 2014, que modifica el Reglamento 2073/2005, dice que el control de *Salmonella* debe ser también tarea específica del Veterinario Oficial (VO) del matadero, o lo que es lo mismo, la administración a través de esta figura ejerce la verificación del cumplimiento de los criterios de higiene los cuales vienen dados por el Reglamento 2073/2005. En este Reglamento (CE) también se dejan claros los criterios de seguridad alimentaria y los que afectan al porcino son los siguientes: en la carne picada y los preparados de carne consumidos crudos se toman 5 muestras ($n=5$) y debe haber ausencia en 25g. ($c=0$) durante toda la vida útil de los productos comercializados. En cuanto a la carne separada mecánicamente la ausencia sería en 10g.

Los criterios de higiene de los procesos, por otro lado, indican que, en el caso de las canales porcinas pre-enfriamiento, se deben de seleccionar 50 muestras ($n=50$) y se aceptan un máximo de 5 resultados positivos ($c=5$), considerándose por lo tanto satisfactorio 5 o menos muestras positivas.

La verificación del cumplimiento de los criterios de higiene se hace mediante control oficial el cual se resume brevemente a continuación (García, 2018). Se analizan 50 muestras al año en cada matadero. Los días de recogida se eligen en función de la disponibilidad del laboratorio y la logística. Se hacen 4 tomas en cuatro trimestres del año y en cada toma se cogen 12 o 13 muestras. Cada muestra significa una canal y se eligen 4 zonas de la superficie de la canal de 100 cm^2 cada una (400 cm^2 en total). Las localizaciones elegidas son las que presentan mayor riesgo de estar contaminadas y son: el jamón, lomo, papada y pecho o el interior de la canal. El muestreo se llevará a cabo a mitad de jornada y justo antes de la refrigeración de las canales. Para la recogida de muestras se deben lavar las manos, usar guantes estériles cambiándolos entre canal y canal, tomar en una mano la plantilla y en otra la esponja y usar una cara de la esponja para tomar la muestra de dos localizaciones y la otra para las otras dos. Una vez tomada la muestra se introduce la esponja en la propia bolsa estéril que la contenía la cual identificaremos con rotulador permanente o con una etiqueta y la dejamos en refrigeración hasta que sea enviada al laboratorio de Salud Pública de referencia más cercano.

Tras la obtención de los resultados el VO se los comunica al operador, de forma que si no se incumplen los criterios del 2073/2005 el operador llevará a cabo un plan de acción supervisado por el VO. Si se trata del primer incumplimiento es el operador quien aplicará las medidas que considere oportunas. Pero si es el segundo incumplimiento el VO valorará el plan haciendo

cuantas observaciones y modificaciones sean necesarias. Además, el veterinario oficial (VO) supervisará estrechamente la aplicación y efectividad del plan.

En un estudio se quería verificar la implantación y eficacia del plan de control de *Salmonella* en 10 mataderos con el objetivo de establecer si la prevalencia del autocontrol y del control oficial diferían mucho y de si las medidas correctoras aplicadas en éstos dan resultado (García, 2018). Los resultados de este estudio sugirieron que a nivel general se observan menores prevalencias tras la presión del programa y las medidas correctoras en los casos que fueron necesarias. También se observó que las prevalencias del autocontrol y del control oficial diferían mucho siendo más altas las obtenidas en el control oficial. Finalmente (García, 2018) califica como satisfactorio la aplicación del programa.

Conclusiones

- La salmonelosis humana es un gran problema de salud pública, lo que exige medidas de prevención desde la producción primaria hasta la mesa. Prevenir la infección en el animal es importante pero las claves son las prácticas de sacrificio y la higiene a lo largo de toda la cadena alimentaria, para evitar la contaminación de las canales, así como los hábitos culinarios.
- El establecer planes de control de la salmonelosis porcina prevendría de forma paralela infecciones por otros agentes toxiinfecciosos. También reduciría el coste en antibióticos y por tanto favorecería la lucha contra la antibioresistencia.
- La bioseguridad y la higiene en una explotación son los pilares básicos para la prevención.
- El ganadero es la clave, pero para solucionar este problema de Salud Pública es necesaria la colaboración de la integradora, la OCA, ADS y de la administración.

Conclusions

- Human salmonellosis is a major public health problem, which requires prevention measures from primary production to the table. Preventing infection in the animal is important but the keys are the sacrifice practices and hygiene along all the food chain, to avoid contamination of the carcasses, as well as culinary habits.
- Establishing control plans for swine salmonellosis would prevent infections with other toxiinfectious agents in parallel. It would also reduce the cost of antibiotics and therefore favour the fight against antibioresistance.
- Biosecurity and hygiene in a farm are the basic key to prevention.

- The farmer is the key, but to solve this Public Health problem the collaboration of the OCA, ADS and the administration is needed.

Valoración personal

Desde el verano de 2018, durante el cual se me ocurrió este tema para mi trabajo de fin de grado, ha pasado mucho tiempo, pero la importancia de la *Salmonella* sigue ahí. De dicha importancia me percaté en mi estancia de prácticas en la Subdirección Provincial de Salud Pública de Huesca ese mismo verano.

Pese a las dificultades y miedos a los que todo alumno se enfrenta, sobretodo en el inicio de este tipo de trabajos, considero la experiencia positiva y me siento realizado por haberla podido llevarlo a buen puerto. Este trabajo sirve para completar mi formación en esta Universidad y espero que el conocimiento adquirido me pueda servir en un futuro.

Creo que este TFG puede conseguir un claro objetivo social: ya que contribuye a crear opinión acerca de que la *Salmonella* es una bacteria importante en Salud Pública e insta a tomar mejores y/o nuevas medidas al respecto por parte de los gobiernos.

Quisiera agradecer a Dña. Cristina Acín Tresaco y a D. Raúl Mainar Jaime su dedicación, ayuda y comprensión; MUCHAS GRACIAS.

Bibliografía

- Andrés-Barranco S, Vico JP, Garrido V, Samper S, Herrera-León S, de Frutos C, Mainar-Jaime RC (2014). Role of wild bird and rodents in the epidemiology of subclinical salmonellosis in finishing pigs. *Foodborne Pathology Disease*. **11**(9):689-97.
- Argüello H, Manzanilla EG, Lynch H, Walia K, Leonard FC, Egan J, Duffy G, Gardiner GE and Lawlor PG (2018). Surveillance data highlights feed form, biosecurity, and disease control as significant factors associated with *Salmonella* infection on farrow-to-finish pig farms. *Frontiers in Microbiology*, **9**:187.
- Bahnsen PB, Fedorka-Cray PJ, Ladey SR, Mateus-Pinilla NE (2006). Herd-level risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* in U.S. market pigs. *Preventive Veterinary Medicine Journal* **76**:249-262.
- Benschop J, Spencer S, Alban L, Stevenson M, French N. (2010). Bayesian zero-inflated predictive modeling of herd-level *Salmonella* prevalence for risk- based surveillance. *Zoonoses and Public Health*. **57**(1):60-70.
- Cardinale E, Maedder S, Porphyre V, Debin M. (2010). *Salmonella* in fattening pigs in Reunion Island: Herd prevalence and risk factors for infection. *Preventive Veterinary Meicine* **96**:281-285.
- Casanova - Higes A, Andrés - Barranco S y Mainar - Jaime RC (2017). Influencia del estado de *Salmonella* de los cerdos en la granja sobre el desprendimiento de *Salmonella* en el sacrificio. *Zoonosis y salud pública*, **64** , 328 - 336
- Casanova-Higes A, Marín-Alcalá CM, Andrés-Barranco S, Cebollada-Solanas A, Alvarez J, Mainar-Jaime RC (2019). *Veterinary Research Jun 18;50(1):45*.
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention). (2011). CDC Estimates of Foodborne Illness in the United States. National Center for Emerging & Zoonotic Infectious Diseases. Division of Foodborne, Waterborne, and Environmental Diseases. www.cdc.gov
- Creus, E (2007). Mesures d'interveció per el control de *Salmonella* en la cadena de producció porcina (tesis doctoral). Universitat Autonòma de Barcelona, Barcelona.
- Crump JA, Sjölund-Karlsson M, Gordon MA, Parry CM. (2015). Epidemiology, Clinical Presentation, Laboratory Diagnosis, Antimicrobial Resistance, and Antimicrobial Management of Invasive *Salmonella* Infections. *Clinical Microbiology Reviews* **28**(4):901-937.
- Dang-Xuan S, Nguyan-Viet H, Phan-Duc P, Unger F, Tran-thin N, Grace D, Makita K (2019). Risk factors associated with *Salmonella* spp. prevalence along smallholder pig value chains in Vietnam. *International Journal of food microbiology* **290**, 105-115.

- De Busser EV, De Zutter L, Dewulf J, Houf K, Haes D (2013). *Salmonella* control in live pigs and at slaughter. *The Veterinary Journal* **196**, 20-27.
- de la Cruz ML, Conrado I, Nault A, Pérez A, Dominguez L, Álvarez J (2017). Vaccination as a control strategy against *Salmonella* infection in pigs: A systematic review and meta-analysis of the literature. *Research in Veterinary Science* **114**, 86-94.
- De la Torre, ME (2006). Caracterización molecular y fenotípica como herramienta de marcaje epidemiológico para cepas de *Salmonella* de origen porcino (tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.
- Del Pilar C, Mogollón JD, Rincón MA (2005). La Salmonelosis porcina y su importancia en la cadena de producción. *Portal Veterinaria. El diario de los Veterinarios*.
- Doyle MP, Erickson MC (2012). Opportunities for mitigating pathogen contamination during on-farm food production. *International Journal of Food Microbiology* **152**(3):54-74.
- EFSA. (2008). Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in slaughter pigs, in the EU, 2006-2007. *The EFSA Journal*. **135**:1-111.
- EFSA (2008a). Report of the Task Force on Zoonoses Data Collection on the analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in slaughter pigs, Part A. *The EFSA Journal*.**135**: 1-111.
- EFSA (2010). Scientific Opinion on the link between *Salmonella* criteria at different stages of the poultry production chain. Scientific Report of EFSA. *The EFSA Journal*; **8**(3):1545
- EFSA (2013). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2010. *The EFSA Journal*. **11**(4):3129.
- EFSA (2016). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2015. Scientific Report of EFSA *The EFSA Journal*.; **14**(12):4634
- Farrés J (2015-2016). Control de la salmonelosis porcina mediante la adición de Butirato Sódico encapsulado en la dieta de cerdos de engorde (tesis de pregrado). Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- Farzan A, Friendship RM. (2010). A clinical field trial to evaluate the efficacy of vaccination in controlling *Salmonella* infection and the association of *Salmonella*-shedding and weight gain in pigs. *The Canadian Journal of Veterinary Research*. **74**:258–263.
- Funk JA, Gebreyes WA (2004). Risk factors associated with *Salmonella* prevalence on swine farms. *Journal of Swine Health and Production* **12**(5):246-251.
- García C (2011). Salmonelosis porcina en España: Prevalencia, factores de riesgo y resistencia antimicrobiana (tesis doctoral). Universidad de León, Castilla y León.

- García C (2018). *Salmonella* en superficies de canales de porcino en mataderos. Trabajo de Fin Diplomatura en Salud Pública del Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud (IACS).
- Gavin C, Simons R, Berriman A, Moorhouse D, Snary E, Smith R, Hill A (2018). A cost-benefit assessment of *Salmonella*-control strategies in pigs reared in the United Kingdom. *Preventive Veterinary Medicine* **160**, 54-62.
- González M (2014). Epidemiología de *Salmonella* spp. (tesis doctoral). Universidad Cardenal Herrera, Valencia.
- Hernández Palacios, R (2018). Efecto de la adición de una mezcla de ácidos orgánicos en el agua de bebida en corrales de matadero en la excreción de *Salmonella* en matadero. Trabajo de Fin Diplomatura en Salud Pública del Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud (IACS).
- HICA. Apuntes Higiene, inspección y control alimentario Curso 2018-2019. Graduado en Veterinaria. UNIZAR. Recuperado el 15-4-19.
- Hotes S, Kemper N, Traulsen I, Rave G, Krieter J. (2010). Risk factors for *Salmonella* infection in fattening pigs - An evaluation of blood and meat juice samples. *Zoonoses and Public Health*. **57**(1):30-38.
- IEP. Apuntes Integración en Porcino. Curso 2017-2018. Graduado en Veterinaria. UNIZAR. Recuperado el 15-4-19.
- Jajere SM (2019) A review of *Salmonella enterica* with particular focus on the pathogenicity and virulence factors, host specificity and antimicrobial resistance including multidrug resistance, *Veterinary World*, **12**(4):504-521.
- Mainar R, Iguácel F (2011). Informaciones técnicas Nº231. Bases para el control de la salmonelosis en las explotaciones porcinas. Zaragoza. España. Edita: Diputación General de Aragón. Departamento de Agricultura y Alimentación. Dirección General de Desarrollo Rural. Servicio de Programas Rurales. I.S.S.N.: 1137-1730.
- Mainar-Jaime R C, Creus E. (2010). Salmonelosis en las explotaciones porcinas. *Suis*. **67**:53-58.
- Mejía W, Casal J, Zapata D, Sánchez GJ, Martín M, and Mateu E. (2006). Epidemiology of *Salmonella* infections in pig units and antimicrobial susceptibility profiles of the strains of *Salmonella* species isolated. *Veterinary Research*. **159**:271-276.
- Rajic A, O'Connor BP, Deckert AE, Keenliside J, McFall ME, Reid-Smith RJ, Dewey CE, McEwen SA. (2007). Farm-level risk factors for the presence of *Salmonella* in 89 Alberta swine-finishing barns. *The Canadian Journal of Veterinary Research*. **71**:264–270.
- Reglamento (CE) nº 2073/2005 de la Comisión, de 15 de noviembre de 2005, relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios.

- Reglamento(CE) nº 217/2014 de la Comisión, de 7 de Marzo de 2014 que modifica el Reglamento (CE) nº 2073/2005 relativo a la *Salmonella* en las canales de porcinos.
- Rho M-J, Chung M-S, Lee JH, Park J. (2001). Monitoring of microbial hazards at farms, slaughterhouses and processing lines of swine in Korea. *Journal of Food Protection*. **64**:1388-1391.
- Sánchez López, F (2017). Papel de la infección por *Salmonella* spp. en los cerdos de engorde en la contaminación de las canales. Trabajo de Fin Diplomatura en Salud Pública del Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud (IACS). Junio 2017.
- Vico JP, Rol I, Garrido V, San Román B, Grilló MJ, Mainar-Jaime RC. (2011). Salmonellosis in Finishing Pigs in Spain: Prevalence, Antimicrobial Agent Susceptibilities, and Risk Factor Analysis. *Journal of Food Protection* **74**(7):1070-1078.
- Zheng DM, Bonde M and Sorensen JT (2007). Associations between the proportion seropositive slaughter pigs and the presence of herd level risk factors for introduction and transmission of *Salmonella* in 34 Danish organic, outdoor (non-organic) and indoor finishing-pig farms. *Livestock Science*. **106**:189-199.

Páginas Web

- Anónimo 2008. SALMONELOSIS (s.f). Extraído el 5 de Marzo del 2019 desde <http://www.cresa.es/granja/>.
- Argüello H, Carvajal A, Rubio P (2017). 3tres3.com. Extraído el 6 de Mayo del 2019 desde https://www.3tres3.com/articulos/el-control-de-salmonella-en-porcino-en-la-actualidad_37633/.
- Barceló J, Marco E (2003, 5 de Octubre). 3tres3.com. Extraído el 16 de Abril desde https://www.3tres3.com/enfermedades/salmonelosis_105.
- Department of Health (2003). Recuperado el 21 de Mayo de 2019 de https://www.health.ny.gov/es/diseases/communicable/salmonellosis/fact_sheet.htm.
- Ponsa F (2018). Avicultura.info. Extraído el 10 de Mayo de 2019 desde <https://avicultura.info/la-importancia-de-vacunar-contra-salmonella-typhimurium-en-avicultura/>