

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE
Salmonella spp. EN CANALES PORCINAS, DE LA GRANJA AL BENEFICIO:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

LAURA MARCELA MORENO ANDRADE

UNIVERSIDAD DE LA SABANA
MAESTRÍA EN DISEÑO Y GESTIÓN DE PROCESOS
BOGOTÁ
2012

RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE
Salmonella spp. EN CANALES PORCINAS, DE LA GRANJA AL BENEFICIO:
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

LAURA MARCELA MORENO ANDRADE

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGÍSTER EN DISEÑO Y
GESTIÓN DE PROCESOS CON ÉNFASIS EN BIOSISTEMAS

DIRECTORA

MARTHA CECILIA SUAREZ ALFONSO

Profesora Asociada de Microbiología

Departamento de Ciencias para la Salud Animal

Facultad de Medicina, Veterinaria y de Zootecnia

Universidad Nacional de Colombia

UNIVERSIDAD DE LA SABANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN DISEÑO Y GESTIÓN DE PROCESOS
BOGOTÁ
2012

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien ha sido mi apoyo en cada uno de los pasos que doy en la vida, quien me guía y me acompaña todos los días de mi vida.

A mi esposo maravilloso Agustín Arévalo, el amor de mi vida, quien me apoya en cada una de mis decisiones, gracias por ayudarme en todo este proceso, gracias por motivarme cada vez que sentía decaer, gracias por existir y por ser como eres.

A mis hijitos hermosos Laura Camila y Agustín quienes me motivan a seguir adelante cada día, mi motor. Los Amo mis hijitos.

A mi mamita Martha Andrade y mi papito Alejandro Moreno, gracias por darme las herramientas necesarias para salir adelante, gracias por ser los mejores padres que Dios ha creado sobre la tierra, gracias por ser mi modelo a seguir, gracias por todo el apoyo incondicional. Los amo.

A mis hermanitos Alejandro, Adriana, Camilo, Paula y Martha gracias por ser mis amigos, gracias porque siempre están ahí. Los amo.

A la Profesora Martha Cecilia Suarez quien con su sabiduría y comprensión me colaboro en todo este proceso.

A la profesora Ligia Consuelo Sánchez, Gracias por su entrega frente al trabajo, por transmitirnos tantos conocimientos y llenarnos de sabiduría.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Objetivo General	13
2.2. Objetivos específicos	13
3. MARCO TEÓRICO	14
3.1. Enfermedades Transmitidas Por Alimentos (ETA)	14
3.2. <i>Salmonella</i> spp.....	14
3.3. Transmisión de <i>Salmonella</i> spp. a través de alimentos de origen animal ...	15
3.4. Salmonelosis no tifoidea importancia para la salud pública y la comercialización de los alimentos	18
3.5. Importancia del control de <i>Salmonella</i> spp.....	18
4. METODOLOGÍA	22
4.1. Definición de los criterios de inclusión y exclusión	22
4.2. Evaluación de la calidad de los estudios	24
4.3. Extracción de datos	24
4.4. Estrategias y Recomendaciones	24
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5.1. FASE 1: Resultados Obtenidos.....	26
5.2. FASE 2: Presencia de <i>Salmonella</i> spp. spp de la Granja al beneficio	29
5.2.1. Producción primaria (granjas) - Análisis de la información	29
5.2.2. Transporte- Análisis de la información.....	32
5.2.3. Prebeneficio- Análisis de la información	35
5.2.4. Proceso de beneficio- Análisis de la información.....	38
5.2.4.1. Insensibilización	39
5.2.4.2. Sacrificio.....	39
5.2.4.3. Desangrado.....	40
5.2.4.4. Escaldado	40

5.2.4.5. Depilado	42
5.2.4.6. Flameado	43
5.2.4.7. Pulido	43
5.2.4.8. Evisceración	44
5.2.4.9. Canales	48
5.2.4.10. Instalaciones y equipos de la planta de beneficio	50
5.2.4.11. Personal	53
5.3. FASE 3: Prevención y control de <i>Salmonella</i> spp. de la Granja al Beneficio	53
5.3.1. Prevención y control de <i>Salmonella</i> spp. en producción primaria.....	53
5.3.2. Prevención y control de <i>Salmonella</i> spp. en el transporte	56
5.3.3. Prevención y control de <i>Salmonella</i> spp. en el prebeneficio.....	58
5.3.4. Prevención y control de <i>Salmonella</i> spp. en el beneficio	60
5.3.4.1. Insensibilización	60
5.3.4.2. Sacrificio.....	60
5.3.4.3. Desangrado.....	61
5.3.4.4. Escaldado	61
5.3.4.5. Flameado	62
5.3.4.6. Pulido	62
5.3.4.7. Evisceración.....	63
5.3.4.8. Carne en canal.....	65
5.3.4.9. Instalaciones y equipos de la planta de beneficio	67
5.3.4.10. Personal	68
5.4. Recomendaciones de la granja al beneficio para la prevención y control de la contaminación de la carne en canal	70
5.4.1. Producción primaria (granjas).....	70

5.4.2. Transporte	71
5.4.3. Prebeneficio	71
5.4.4. Beneficio	72
5.4.4.1. Insensibilización	73
5.4.4.2. Sacrificio.....	73
5.4.4.3. Desangrado.....	73
5.4.4.4. Escaldado	73
5.4.4.5. Flameado	74
5.4.4.6. Pulido	74
5.4.4.7. Evisceración.....	74
5.4.4.8. Canal.....	75
5.4.4.9. Instalaciones y equipos de la planta de beneficio	76
6. RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES.....	79
7. CONCLUSIONES	80
8. REFERENCIAS	82

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 - Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en canal y carne de cerdo de varios países (1999-2004).....	17
TABLA 2 – Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. Compilación de estudios de diferentes países 1996-2010.	26
TABLA 3 - Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en producción primaria	32
TABLA 4 - Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en transporte, corrales y planta de beneficios de un grupo de cerdos	34
TABLA 5 - Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en transporte	34
TABLA 6 - Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en prebeneficio	37
TABLA 7 - Aparición de <i>Salmonella</i> spp. en muestras ambientales y en productos recogidos en 7 de 12 plantas de beneficio examinadas	38
TABLA 8 - Origen, resistencia al calor y rango de crecimiento de algunas bacterias patógenas.....	41
TABLA 9 - Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en muestras de tejidos de cerdos	46
TABLA 10 - Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en tejidos de cavidad abdominal	46
TABLA 11 - Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en cavidad torácica.....	47
TABLA 12 - Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en canales, carne de cerdo y cortes de carne.....	49
TABLA 13 - Razones de probabilidad de la contaminación de la canal por <i>Salmonella</i> spp	51
TABLA 14 - Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en instalaciones y equipos.....	52
TABLA 15 - Recomendaciones Preventivas y correctivas para la cadena productiva porcícola colombiana durante la producción primaria, transporte y prebeneficio	77
TABLA 16 - Recomendaciones Preventivas y correctivas para la cadena productiva porcícola colombiana durante el beneficio	78

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - Tendencias y fuentes de salmonelosis humana en Dinamarca 1988-2007,.....	15
FIGURA 2 - Puntos de control de <i>Salmonella</i> spp. en la producción porcina (Madrid- España)	19
FIGURA 3 - Esquema de proceso de beneficio en Colombia.....	21
Figura 4. Recopilación de documentación: Definición de los criterios de Inclusión y Exclusión	23
Figura 5. Prevalencias significativas, Determinación de puntos críticos y diseño de estrategias	25
FIGURA 6 - Distribución de <i>Salmonella</i> spp. aislada en camiones de transporte, corrales pre-sacrificio y cerdos antes del beneficio.....	36

RESUMEN

La salmonelosis no tifoidea ocasionada por serovariedades de *Salmonella* spp., causa gastroenteritis en humanos asociada al consumo de alimentos de origen animal incluida la carne de cerdo. Esta zoonosis de gran impacto económico y de importancia en salud pública mundial, se disemina a través de las cadenas productivas desde la producción primaria hasta el consumidor final.

El objetivo de la investigación fue identificar los puntos de contaminación con *Salmonella* spp. en canales de cerdo y cortes de carne, mediante la metodología de revisión sistemática y considerando algunos aspectos del monitoreo microbiológico de *Salmonella* spp. en plantas de beneficio porcino en Colombia.

Mediante la revisión sistemática se realizó la compilación y caracterización de factores asociados a la presentación de *Salmonella* spp. con el objetivo de realizar recomendaciones potenciales para el monitoreo, prevención y control del microorganismo en las plantas de beneficio, (según recomendaciones de la literatura internacional) contribuyendo a mejorar la competitividad de la cadena productiva porcícola y garantizando la inocuidad de los alimentos de origen animal.

Palabras clave:

beneficio, canal, carne de cerdo, inocuidad, monitoreo, *Salmonella* spp.

ABSTRACT

The non typhoid salmonellosis caused by serotypes of *Salmonella* spp., cause gastroenteritis in humans associated with the consumption of animal foods including pork. This zoonosis of great economic impact and global public health importance spreads through the production chain from primary production to the final consumption.

The objective of this research was to identify areas of contamination with *Salmonella* spp. on pig carcasses and cuts of meat, using the methodology of systematic review and considering some aspects of microbiological monitoring of *Salmonella* spp. in pork processing plants in Colombia.

Through the systematic review a collection and characterization of factors associated with the presentation of *Salmonella* spp. was done in order to make some potential recommendations for monitoring, prevention and control of the organism in the processing plants (according to the recommendations of the international literature) helping to improve the competitiveness of the pork production chain and ensuring the safety of food from the animal origin.

Keywords:

Benefit, carcasses, pork, safety, monitoring, *Salmonella* spp.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio hace parte del programa evaluación y caracterización microbiológica de la carne de cerdo y derivados cárnicos como contribución a la garantía de inocuidad en la cadena porcícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

En Colombia, se debe mejorar el estatus sanitario en la producción de los alimentos de origen animal, para lograr cumplir con los requerimientos internacionales del Sistema de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias MSF. “El país no cuenta con líneas base sobre microorganismos patógenos y contaminantes químicos en la producción de alimentos de origen animal. Es importante establecer la prevalencia e incidencia de peligros biológicos tales como *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., *E.coli*, *Shigella* spp., *Yersinia enterocolitica* y *Listeria monocytogenes*, adicionalmente, son escasas las estrategias de manejo y mitigación para garantizar la salud como para obtener la admisibilidad de la producción en los mercados internacionales” (CONPES 3375, 2005)

La diseminación de microorganismos causantes de Enfermedades Transmitidas por Alimentos ETA en la industria de alimentos, en todas las etapas de la cadena productiva, puede representar riesgos para la salud del consumidor y repercusiones económicas para la producción y el comercio de alimentos. En los países en vías de desarrollo, la fuente de infección más frecuente con microorganismos causantes de ETA es la carne cruda (FAO, 2005) y *Salmonella* spp. es una de las causas más importantes de ETA (Otero, 2007).

La salmonelosis no tifoidea trae graves consecuencias económicas, sociales y sanitarias (Otero, 2007), es una de las ETA más complejas en cuanto a su

epidemiología y control. La incidencia reportada de salmonelosis por cada 100,000 personas generalmente varía entre 10 y 120 casos en distintos países (FAO, 2005). Los programas para prevenir y reducir el impacto de esta enfermedad requieren inversiones económicas por parte de los países afectados ya que deben garantizar la inocuidad de la carne de cerdo y la salud del consumidor.

Para el caso de *Salmonella* spp., la infección en humanos puede ser causada por el consumo de alimentos de origen animal como huevos, carne de pollo, de res y cerdo. Los principales síntomas de la salmonelosis no tifoidea en humanos son diarrea, dolor abdominal, fiebre, escalofríos, náusea y vómito; también se podría presentar inapetencia, dolores de cabeza y malestar. La enfermedad puede ser más grave en niños, ancianos y personas inmunocomprometidas. (FAO, 2005).

El control de *Salmonella* spp. en alimentos de origen animal, debe realizarse en cada una de las etapas de la cadena productiva: en la producción primaria, el transporte y el beneficio donde se debe realizar el monitoreo del microorganismo, con el fin de garantizar la inocuidad del producto final, este proceso permite detectar la presencia del microorganismo y contribuye a la formulación e implementación de medidas de prevención y control para reducir el riesgo de infección en el consumidor final.

En los diferentes países se han buscado nuevas medidas de higiene de los alimentos basadas en estudios científicos y en la evaluación del riesgo, para desarrollar programas de higiene más eficientes y rentables. Muchos países consideran ahora que las medidas de control de los alimentos deberían ser proporcionales a los peligros específicos de origen alimentario, con programas regulatorios enfocados de una manera preventiva en los que presentan mayor riesgo para la salud humana. (FAO, 2005)

Han sido reportadas varias opciones de intervención para el control de *Salmonella* spp. Entre ellas se incluyen cambios de diseño de la maquinaria, por ejemplo, en tanques de escaldado y contenedores de transporte, también en la base operativa para los diseños de las máquinas de lavado de cajas de escaldado y aún más, en datos científicos, como el tiempo, temperatura y las relaciones en el cálculo de las tasas de mortalidad de *Salmonella* spp. Sin embargo, ninguna de estas medidas por sí sola sería capaz de resolver el problema. (R. Fries, 2002). Es importante identificar que una gran causa de la presencia de *Salmonella* spp. en la carne y procesados cárnicos de cerdo, es la contaminación cruzada. Esta se produce especialmente en el momento del sacrificio y eviscerado. Por tal razón se requiere establecer métodos de monitoreo para desarrollar técnicas y procedimientos preventivos en dichos procesos.

Este trabajo hace parte del proyecto “Aislamiento y caracterización molecular de cepas de *Salmonella* spp. , susceptibilidad antimicrobiana y valoración del riesgo microbiológico de contaminación en carne de canal, cortes y derivados cárnicos de cerdo” el cual fue ejecutado en plantas de beneficio porcino que tuvieran la mayor participación en el total de sacrificio en el país según el reporte dado por la Asociación Colombiana de Porcicultores para la cuota de fomento porcino del año 2008, ubicadas en zonas importantes para la porcicultura y que logística no tuvieran inconvenientes para la el envío o transporte de las muestras. También se tuvo en cuenta que las plantas tuvieran la posibilidad de cumplir con el decreto 1500 y la resolución 4282. Se definieron cuatro zonas para el estudio (Antioquia, Centro, suroccidental y otras-costa, Santanderes, llano-).

El presente estudio mediante el enfoque de procesos y con base en la metodología de revisión sistemática, busco identificar y establecer los puntos de contaminación durante el proceso de beneficio y procesamiento de la carne de cerdo con el objeto de contribuir a diseñar estrategias y generar recomendaciones para el monitoreo y control de *Salmonella* spp. en la carne de cerdo; de esta

forma, poder llegar a garantizar un producto inocuo, de excelente calidad y libre de *Salmonella* spp. para el consumidor. Así mismo, se espera que estas recomendaciones puedan contribuir a mejorar, modificar o validar los parámetros de control establecidos por la legislación actual, teniendo en cuenta las características propias de la cadena productiva porcícola colombiana.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Diseñar recomendaciones para la prevención y control de la contaminación por *Salmonella* spp. en canales porcinas, de la granja al beneficio, mediante la metodología de revisión sistemática.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar una compilación documental sobre la contaminación por *Salmonella* spp. en las etapas de prebeneficio y beneficio porcino, utilizando la metodología de revisión sistemática.
- Determinar los principales puntos de contaminación por *Salmonella* spp., en los procesos de prebeneficio y beneficio porcino.
- Establecer recomendaciones potenciales para los métodos de prevención y control de *Salmonella* spp. en plantas de beneficio en carne en canal y cortes de carne.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Enfermedades Transmitidas Por Alimentos (ETA)

Las ETA han aumentando y no solo afectan la salud del consumidor, sino el comercio internacional de alimentos que se ve perturbado por frecuentes conflictos acerca de los requisitos de inocuidad y calidad de los mismos. (OMS, 2011). Así mismo, han sido reconocidas como el problema de salud pública más extendido en la actualidad (Fernández, *et al*, 2005), debido a la ingestión accidental, incidental o intencional de alimentos o agua, contaminados en cantidades suficientes con agentes químicos o microbiológicos, a causa de la deficiencia sanitaria en el proceso de elaboración, manipulación, conservación, transporte, distribución o comercialización de los alimentos. (Benítez, *et al.* 2010). Generalmente los síntomas se presentan 1-7 días después, y pueden variar desde un dolor de estómago leve hasta, vómito, diarrea, escalofríos o fiebres además de otras complicaciones que pueden generar incluso la muerte. (Benítez, *et al.* 2010).

3.2. *Salmonella* spp.

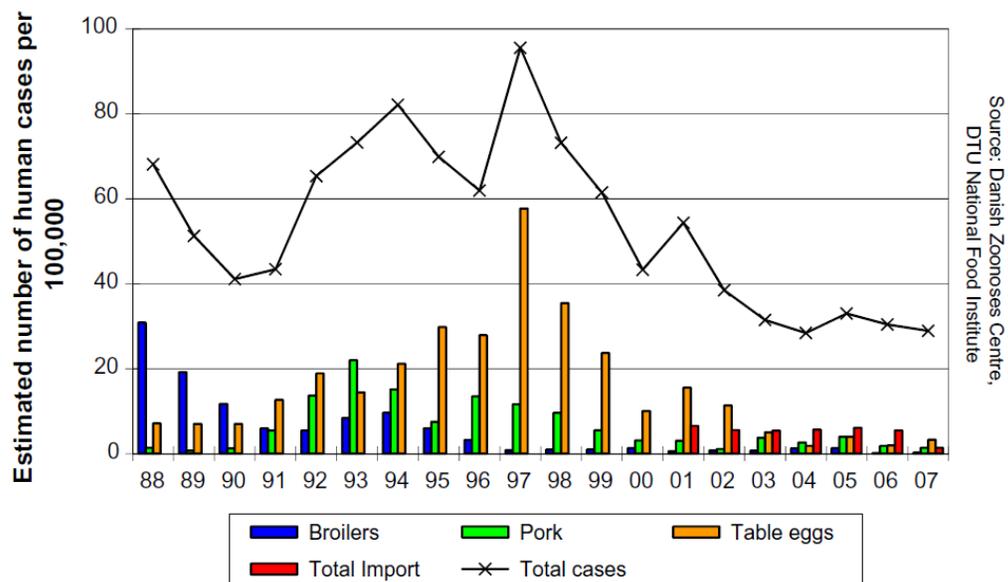
Perteneciente a la familia de las Enterobacteriaceae. Son bacilos cortos (1-2 μm), gram negativos, no esporulados. Su temperatura óptima de crecimiento está próxima a los 38°C; se destruyen a 60°C en unos 15-20 minutos, siendo incapaces de crecer por debajo de los 7 - 8°C (Benítez, *et. al*, 2010). Está catalogada como la principal causa de enfermedad bacteriana transmitida por los alimentos (Borch, 1996), la cual ha sido relacionada con el consumo de carne de cerdo y otros productos de origen animal (Bergin, 2007).

Salmonella spp. está ampliamente distribuida en la naturaleza, y se encuentra en el tracto gastrointestinal, de humanos, mamíferos domésticos y salvajes, reptiles, aves, insectos y roedores, causando un amplio espectro de enfermedades en el hombre y en los animales (Benítez, et. al, 2010).

3.3. Transmisión de *Salmonella* spp. a través de alimentos de origen animal

Durante la década de 1990, la importancia del cerdo como fuente de *Salmonella* spp para los humanos era cada vez más reconocida y varios brotes fueron atribuidos a su carne (aunque también se presentaban por consumo de huevo y pollo “figura 1”, estudio realizado en Dinamarca). Se estima que los casos reportados fueron aproximadamente del 10% en Dinamarca, 21% en los Países Bajos y 20% en Alemania. (Botteldoorn 2003, Hald 2003, Anónimo 2008; Hald et al., 2004 citado por Delhalle, 2008).

FIGURA 1 - Tendencias y fuentes de salmonelosis humana en Dinamarca 1988-2007,



Fuente: Anónimo 2009, referenciado por Wegener 2010

En la actualidad, *Salmonella* spp. continúa siendo una de las principales causas de ETA en todo el mundo (Bonardi 2002, Oliveira y Brandelli, 2004, Botteldoorn et al., 2004, Delhalle, 2008 y Mannion, 2008). En el 2006, los miembros de los estados de la Unión Europea informaron de 34,6 casos de salmonelosis humana por 100.000 habitantes (Anónimo, 2007, citado por Delhalle, 2008). La presencia de *Salmonella* spp. en U.E, se han reportado prevalencias en las etapas del beneficio porcino: en las plantas de corte y picado de carne oscilan entre el 0% al 50% (Anónimo, 2008), en los países bajos 5% - 15% de toda contaminación de la canal que se produce durante el pulido, 55% - 90% durante evisceración y el 5% -35% durante el procesamiento (en 120 muestras de carne) (Berends en 1998).

En Colombia, se demostró que un 37.8% de canales porcinas eran positivas a *Salmonella* spp., (Mejía W., 2007), con una prevalencia de 27.2% (en 156 canales) (Mora M. 2003).

Es así como la carne de cerdo ha sido vista tradicionalmente como la responsable de una proporción significativa de enfermedades humanas de origen alimentario.

Aunque el espectro de enfermedades debidas al consumo de alimentos cárnicos de importancia en salud pública ha cambiado junto con los sistemas de producción y procesamiento, en años recientes, estudios de vigilancia humana de patógenos específicos de origen cárnico, tales como *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. y *Yersinia enterocolitica*, han demostrado que el problema continúa (Meyer 2010).

Posteriormente Boyen, 2008 reportó la visión general de la prevalencia de *Salmonella* spp. en carne de cerdo de varios países (Tabla 1).

TABLA 1 - Prevalencia de *Salmonella* spp. en canal y carne de cerdo de varios países (1999-2004).

PAIS	AÑO	TOMA DE MUESTRAS	MUESTRA	SEROTIPOS		S.Typhimurium
				N	%Pos	%Pos
USA	1999	Después del beneficio	Carne cruda	209	3.3	ND
GRAN BRETAÑA	1999	Beneficio	Canales	2509	5.3	2.1
VIETNAM	2000	Después del beneficio	Carne cruda	136	69.9	ND
MEXICO	2001	Después del beneficio	Carne cruda	339	58.1	5.1
BELGICA	2004	Beneficio	Carne cruda	374	12.3	4.0
DINAMARCA	2004	Beneficio	Canales	34038	0.8	0.3
FINLANDIA	2004	Beneficio	Canales	6576	0	--
GERMANIA	2004	Beneficio	Carne cruda	4744	0.5	0.3
HUNGRIA	2004	Beneficio	Carne cruda	8257	1.3	0.4
ITALIA	2004	Beneficio	Canales	1096	3.6	0.9
LATVIA (región Báltica)	2004	Beneficio	Carne cruda	185	1.1	--
MALTA	2004	Beneficio	Carne cruda	400	32.8	--
POLONIA	2004	Beneficio	Carne cruda	895	0.2	--
PORTUGAL	2004	Beneficio	Carne cruda	256	15.2	--
ESPAÑA	2004	Beneficio	Carne cruda	147	10.2	--

Fuente: Zhao *et al.* (2001), EFSA (2005), Davies *et al.* (2004), Phan *et al.* (2005), and Zaidi *et al.* (2006), Tomado y modificado por Boyen 2008.

3.4. Salmonelosis no tifoidea importancia para la salud pública y la comercialización de los alimentos

La salmonelosis no tifoidea es una enfermedad bacteriana infecto-contagiosa, de distribución mundial que afecta a gran parte de los animales en producción, causando grandes pérdidas económicas.

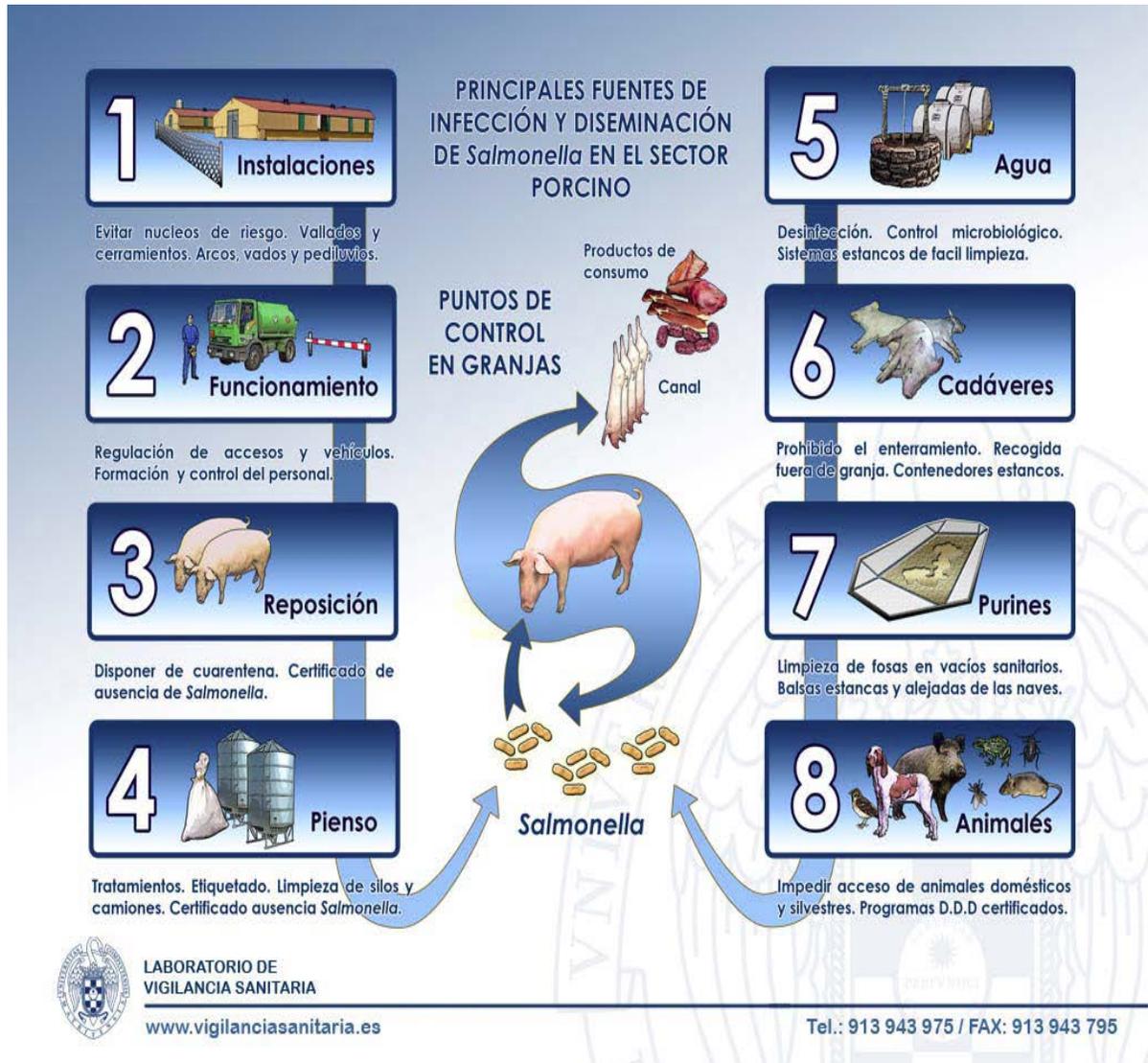
Es una de las principales causas de gastroenteritis en humanos y animales. Las principales fuentes de infección de *Salmonella* spp. para el humano son: principalmente otras personas, animales domésticos infectados, aguas y alimentos contaminados como carne de cerdo, huevos y productos lácteos no pasteurizados (Espinal, 2009).

En animales, la transmisión puede darse por contacto de cerdo a cerdo, debido a la llegada de animales infectados procedentes de otras granjas o por la contaminación del alimento con las heces de otros animales portadores (pájaros silvestres y roedores) (Castro, 1981).

3.5. Importancia del control de *Salmonella* spp.

En la última década la contaminación de carne de cerdo por *Salmonella* spp. ha sido considerada como una causa importante del aumento del número de casos de salmonelosis en el hombre. Este hecho preocupa cada vez más a los consumidores y a las autoridades sanitarias, que exigen que los alimentos que se consumen sean sanos y seguros. La obtención de alimentos de origen animal que cumplan estos requisitos de calidad e inocuidad depende en gran medida de la fase inicial de producción en la granja (Ver Figura 2).

FIGURA 2 - Puntos de control de *Salmonella* spp. en la producción porcina (Madrid- España)



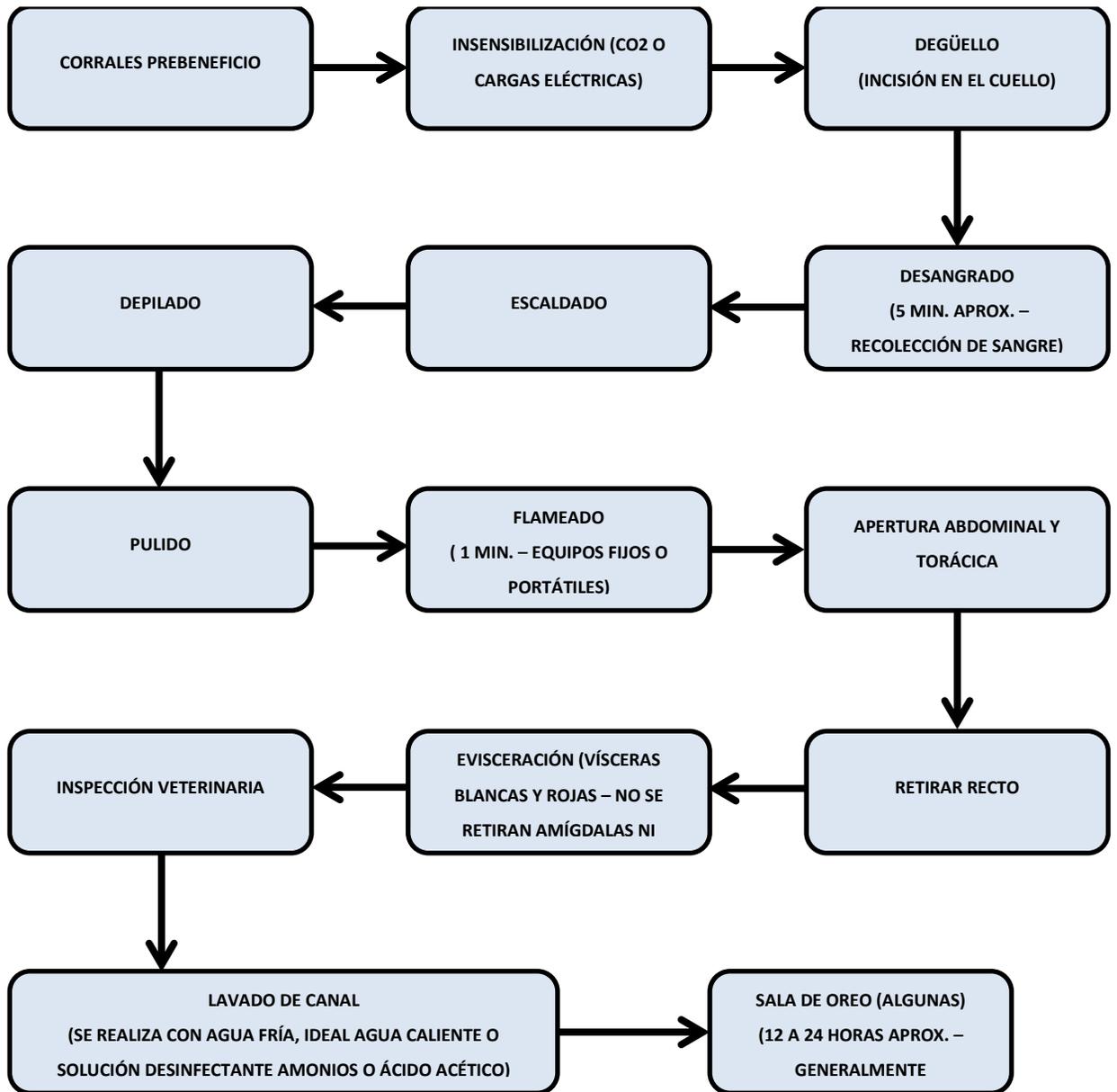
En Colombia, el proceso de beneficio porcino es reglamentado por el decreto 1500 y la resolución 4282 del 2007, en donde se establecen todas las condiciones que deben tener en cuenta las plantas de beneficio para su funcionamiento dentro de la legislación del país. En esta resolución se indican las características que se deben cumplir en las instalaciones de la planta de beneficio, condiciones para el

operario y los equipos que éste manipula y demás parámetros concernientes al proceso de producción.

El proceso de beneficio, aunque tiene variaciones en cada país fue descrito por D.J. Bolton *et al.*, en el 2002:

Una vez llegan a los corrales prebeneficio, los cerdos son rociados con agua potable a 19°C aproximadamente, aplicada a una presión aproximada de 1030 kPa. Los animales son trasladados a la planta de beneficio, aturdidos con tenazas eléctricas de bajo voltaje y asegurados a un riel transportador aéreo por una cadena colocada alrededor de una de las patas traseras. Los animales aturdidos se desangran inmediatamente cortando los principales vasos sanguíneos con un cuchillo. Cada animal es escaldado y pelado en un proceso que comprende la inmersión individual durante 2 a 3 minutos en un tanque de escaldado (tanque que se encuentra a una temperatura entre 62°C y 70°C) y el traslado directamente a una máquina de depilación. Después, los cerdos son colocados en un riel transportador aéreo, asegurado por una pata trasera, y flameados manualmente utilizando un soplete portátil a gas. Una vez flameados y antes de la evisceración se hace un lavado a presión con agua potable caliente (40°C) aplicada a una presión aproximada de 1030 kPa. La evisceración incluye tres tareas diferentes (desprendimiento del recto, apertura del vientre y eliminación intestinal), todos realizados en la misma operación. El diafragma, corazón, pulmones, la tráquea y la lengua (con amígdalas) se eliminan junto con el tracto digestivo. En algunos países las canales son cortadas, posteriormente, de forma manual a lo largo de la línea media desde la parte posterior hasta la frontal con un corte de sierra. Las canales son rociadas con agua potable fría (15°C) para eliminar el polvo del hueso y los coágulos de sangre antes del almacenamiento y la refrigeración. En la figura 3 se presenta la descripción del proceso de beneficio porcino en Colombia en el año 2011.

FIGURA 3 - Esquema de proceso de beneficio en Colombia



4. METODOLOGÍA

Mediante la metodología de revisión sistemática se buscó aportar al diseño de estrategias y recomendaciones para la prevención y control de *Salmonella* spp. en prebeneficio y beneficio de porcinos, como una herramienta útil para la toma de decisiones respecto a temas de inocuidad en salud pública (trabajo descriptivo correlacional) buscando dar respuesta a las siguientes preguntas:

¿Cuáles son los puntos de contaminación por *Salmonella* spp. durante el proceso de prebeneficio y beneficio porcino?

¿Cuáles son las estrategias y recomendaciones para la prevención y control de *Salmonella* spp. que se puedan implementar en las plantas de beneficio porcino en Colombia?

En la determinación de puntos críticos por contaminación por *Salmonella* spp. se tuvo en cuenta los diferentes procesos realizados en prebeneficio y posbeneficio, observando las diferentes prevalencias significativas reportadas en cada uno de los procesos, esta se realizó con base en los resultados de la compilación de documentación internacional y la disponible en el ámbito nacional. Para realizar este trabajo se tuvieron en cuenta los siguientes pasos para la elaboración de la revisión sistemática (Egger and Smith, 2001)

4.1. Definición de los criterios de inclusión y exclusión

Se efectuó una revisión sistemática de la literatura a través de las bases de datos internacionales: *Science Direct*, *Agora*, *PubMed*, *Academic Search Complete* y *Scopus*. Las búsquedas se limitaron a publicaciones obtenidas desde al año 1994

hasta el 2011. Algunos artículos anteriores considerados de relevancia fueron incluidos (Figura, 4).

Con las siguientes palabras claves:

- *Salmonella* spp.
- Pork Meat: carne de cerdo
- Slaughter pig: Beneficio porcino
- Carcass: Canal
- Safety: Inocuidad
- Monitoring: Monitoreo.

Figura 4. Recopilación de documentación: Definición de los criterios de Inclusión y Exclusión



4.2. Evaluación de la calidad de los estudios

Se evaluó la calidad y relevancia de los estudios con la intervención de varios observadores.

4.3. Extracción de datos

Para los criterios de inclusión de todos los artículos y reportes potenciales, Se diseñó un cuadro con los siguientes datos extraídos de cada estudio: Autor, año, país donde se realizó el estudio, tamaño de la muestra, prevalencia reportada en % y fuente. En mayoría de los casos, las variables relevantes y la extracción de datos se realizaron por duplicado.

4.4. Estrategias y Recomendaciones

De acuerdo a la base científica y después de establecer los puntos críticos en las plantas de beneficio porcino, en carne en canal y cortes de carne se diseñaron las estrategias y recomendaciones, para la prevención y control de *Salmonella* spp. aplicadas en los diferentes procesos de la cadena productiva porcícola colombiana (Figura 5).

Figura 5. Prevalencias significativas, Determinación de puntos críticos y diseño de estrategias (Moreno, 2011)



5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. FASE 1: Resultados Obtenidos

Como parte del proceso de compilación de información en la tabla 2 se muestra la prevalencia de *Salmonella* spp. reportada en diversos estudios

TABLA 2 – Prevalencia de *Salmonella* spp. Compilación de estudios de diferentes países 1996-2010.

AUTOR	AÑO	PAÍS	PREVALENCIA REPORTADA
Alban, L.	2005	Dinamarca- Suiza	40% canal
Bahnson, P. B.	2006	USA	5% heces, 4% contenido del colon 15% ganglios linfáticos 17% contenido cecal.
Baptista, F. M.	2010	Dinamarca	0.8-6,9% canal
Berends, B.R	1998	Países Bajos	5-25% salmonelosis
Berends B.R	1998	Países Bajos	25%-30%Carne 50%-55%Carne picada
Bergin D.	2007	Irlanda	No reportada
Binter, C.	2010	Austria	0.9 – 8.1%
Bolton, D.J	2002	Irlanda	27%
Bonardi, S.	2003	Italia	55% contenido intestinal 8% amígdalas 9% canales.
Borch E.	1996	Dinamarca, Suecia, Noruega	Dinamarca 85% Suecia el 15-20% Noruega el 20%
Botteldoorn, N.	2004	Bélgica	26%- 70% canales 13%-30% heces 21,8%- 31.6% ganglios linfáticos mesentéricos
Botteldoorn, N.	2003	Bélgica	0% tanque escaldado 27% maquina separado y cuchillos. 16%-37% canales 19% heces 33% ambiente 21% ganglios linfáticos mesentéricos
Boughton, C.	2001	Irlanda	61% pulmón 67% hígado 89% contenido cecal 89% ganglios linfáticos

			100% amígdalas
De Busser, E. V.	2011	Bélgica	46% corrales 2%- 14% canal 11%-23% Contenido cecal 18% ganglios linfáticos mesentéricos
Delhalle, C.	2008	Bélgica	0.3%-4.3%
Delhalle, L.	2009	Bélgica	Reportes anteriores 7.1% canales 17.3% cortes de carne 11.1% carne picada 10,3% Ganglios linfáticos
Delhalle, L.	2009	Bélgica	7.3%-25% Canales 7.4%-23.7% Cortes de carne 1.4%-18.6% Carne picada
Duggan, S. J.	2010	Irlanda	69% canales 45%-72% contenido cecal 31% -43% Heces
Espinal, M.P.	2009	Colombia	8.1% carnes cerdo
García-Feliz, C. <i>et al.</i>	2009	España	35% -44%
Goldbach, S. G	2006	Dinamarca	No reportado
Hald, T.	2003	Dinamarca	5,3% carne de cerdo 13,8% ambiente
Hautekiet, V.	2008	Bélgica	10%-13%
Hurd, H. S.	2002	USA	5.3%-39.9%
Hurd, H.S	2001	USA	5% -39.7%
Köfer, J.	2006	Austria	0,13%-5.2%
Letellier, A.	2009	Canadá	20%- 67%
Magistrali, C.	2008	Italia	No reportado
Mannion, C.	2008	Irlanda	17%-53%
Mejía, W.	2007	Colombia	37.82%
Meyer, C.	2010	Alemania	1.1%-1.8%
Morgan, I. R.	1987	Australia	18.5%-47.7% Ciego 9.3%- 27.3% canal
Nowak, B.	2007	Alemania	7%-16.5%
Oliveira, C. J. B.	2005	Alemania	53.48%
Oliveira, M.	2010	Portugal	13.7%-38.2%
Prendergast, D. M.	2009	Irlanda	2,6%
Reyes J.A	2005	Méjico	36%
Rostagno, M. H	2003	USA	33% agua 34.7%-52.8% camión 65.3%- 90.3% Corrales 28.9%-32.2% Contenido cecal
Sanchez, J.	2007	Canadá	17% -59% granja 39% heces 16%-19% tejidos
Swanenburg, M.	2001	Países bajos	3%-25% tejidos 11%-41% ambientales

Swanenburg, M.	2001	Países bajos	47% cerdos 25,6% contenido cecal 1.4% canal 19,6% amígdalas 9,3% hígado 9,3% lengua 9,3% en ganglios linfáticos
Tokumaru, M.H	2004	Japón	3.2%
Van der Gaag, M. A.	2004	Países bajos	1.5%-2%
van der Wolf, P. J	2001	Países bajos	40.5%-60.4%
Vieira-Pinto, M	2005	Portugal	19.9%- 26.7%
Wegener H. C	2010	Dinamarca	7.2%-14.7% granjas peq. 10.4%-22.2% granjas grandes
Wong, T. L.	2009	Nueva Zelanda	3,6% carne

5.2. FASE 2: Presencia de *Salmonella* spp. spp de la Granja al beneficio

Los puntos de posible contaminación con *Salmonella* spp, fueron determinados en el proceso de: producción primaria, transporte, pre- beneficio, beneficio (Insensibilización, sacrificio, desangrado, escaldado, flameado, pulido, evisceración, canales, Instalaciones y equipos de la planta de beneficio y personal de trabajo u operarios).

5.2.1. Producción primaria (granjas) - Análisis de la información

Las principales fuentes de contaminación por *Salmonella* spp. en canales porcinos son la granja y el medio ambiente de los planta de beneficios (Wanenburg *et al.*, 2001, Alban y Stark, 2005, Citado por Delhalle, 2009, Bahnson ,2006; Boyen, 2008).

Hurd en 2002, realizó un estudio para determinar la diferencia de prevalencia de *Salmonella* spp. comparando las necropsias en granja y en planta de beneficio, obteniendo un 39,9% planta de beneficio y 5.3% granja. Demostrando con esto que los cerdos pueden ser infectados después de salir de la granja. Posteriormente en España García-Feliz; *et al* en el 2009, reportando que la infección entre cerdos de granja puede ser alta con valores entre el 35% al 43,1% de las muestras.

Para controlar la presencia del microorganismo desde la producción primaria deben realizarse pruebas de rutina y categorización de las granjas en cuanto a su estado sanitario como parte del control pre-beneficio en los programas destinados a reducir *Salmonella* spp. en la cadena productiva. (Hopp *et al*, 1999, citador por Oliveira, 2005).

Otro factor de es la introducción de lechones de proveedores desconocidos (Berenguer *et al.*, 1996, citado por Hautekiet, 2008). Nowak en 2007 reporto un estudio donde fueron recibidos lechones de más de siete criadores diferentes de cerdos a través de mercados comerciales. Muchos lechones eran seropositivos cuando se entregaron a las granjas, cuanto mayor sea el número de diferentes proveedores de lechones, mayor es el riesgo de la granja.

En un estudio realizado por Hautekiet en 2008 se observó que el aumento de densidad de los animales en las granjas estaba asociado con un aumento de la prevalencia de *Salmonella* spp. (Berenguer *et al.*, 1996) posiblemente debido al estrés y diseminación de las heces (Pearce y Paterson, 1993, citado por Hautekiet, 2008; García-Feliz, *et al*, 2009). Si los animales permanecen juntos, es más difícil prevenir la propagación de la infección (Berenguer *et al.*, 1996, citado por Hautekiet, 2008). Otra posible explicación podría ser que la humedad en los corrales favorece la proliferación bacteriana, lo que resulta en una mayor cantidad de *Salmonella* spp. (Beloeil *et al.*, 2004, citado por Hautekie 2008).

Otra fuente importante de infección son las materias primas contaminadas utilizadas para la elaboración de concentrados (contaminación persistente de los entornos de producción) (EFSA, 2010; Wierup y Häggblom, 2010, citado por Binter, 2010). En el año 2010, Binter referenció varios estudios donde se aisló *Salmonella* spp. de los concentrados y se ha demostrado la capacidad de *Salmonella* spp. para sobrevivir durante largos períodos en ambientes secos (Böhm, 1993; D'Aoust y Sewell, 1986, citado por Binter, 2010). *Salmonella* spp. puede crecer en los alimentos que presentan humedad por encima del 20-30%, en un amplio rango de temperaturas y de pH por encima de 4 (Carlson y Snoeyenbos, 1970; Ha *et al*, 1998.; Juven *et al.*, 1984; Böhm, 1993; Israelsen *et al*, 1996, Winfield y Groisman, 2003, citado por Binter, 2010). La tasa de multiplicación de las bacterias en el alimento puede ser muy alta en condiciones adecuadas (Bell y Kyriakides, 2002, citado por Binter, 2010).

Boyen en el 2008 afirmó que *Salmonella* spp. puede sobrevivir en el estómago debido a que logra adaptarse en ambientes ácidos hasta un pH de 3 (Audia *et al*, 2001; Smith, 2003; Berk *et al*, 2005, citado por Boyen, 2008).

De igual manera la presentación del alimento influye sobre la presencia de *Salmonella* spp. Como lo afirma Bahnson en el 2006, los animales alimentados únicamente con alimentos secos presentaron una probabilidad de presencia de *Salmonella* spp. cinco veces mayor en comparación con animales alimentados con alimentaciones combinadas mojado / seco. (Prevalencia de *Salmonella* spp. en cerdos 14% alimentados con alimentos mojado- 38% alimento seco)

García-Feliz, *et al*, en el 2009 confirmó que el consumo de concentrado granulado se asocia con un mayor riesgo de *Salmonella* spp. detectado en las muestras fecales de cerdos de engorde y por lo tanto debe ser considerado como un punto de una posible intervención para el control de *Salmonella* spp. en la especie porcina.

Bahnson en el 2006, referenció que la forma de los bebederos pueden ser fuentes de contaminación por *Salmonella* spp. Los bebederos comunes (rectangulares) puede aumentar la probabilidad de transmisión debido a la contaminación fecal u oral de los cerdos infectados, en comparación a los bebederos automáticos.

En la tabla 3 se compilan los estudios de la producción primaria empleados en la revisión sistemática.

TABLA 3 - Prevalencia de *Salmonella* spp. en producción primaria

AUTOR	AÑO	PAÍS	TAMAÑO DE LA MUESTRA	PREVALENCIA REPORTADA	MUESTRAS EN
Binter, C.	2010	Austria	No reportado	0.9 – 8.1% Materias primas concentrado	Materias primas para concentrados
Bolton, D.J	2002	Irlanda	80 cerdos	27% granja	Granjas
Hautekiet, V.	2008	Bélgica	204 lotes	10-13% granja	Sangre
Hurd, H. S.	2002	USA	567 cerdos	5.3% necropsias granja	Ganglios linfáticos, contenido cecal y heces
Sánchez, J.	2007	Canadá	98 documentos	17%-59% granja	Meta-análisis
Swanenburg, M.	2001	Países bajos	1.114 cerdos	47% cerdos	Sangre, hígado, amígdalas, lengua, ganglios linfáticos.
Van der Wolf, P. J	2001	Países bajos	46 lotes	40.5%-60.4%	Sangre
Wegener H. C	2010	Dinamarca	No reportado	7.2%-14.7% pequeñas 10.4%-22.2% grandes	Mejora estrategias

5.2.2. Transporte- Análisis de la información

El proceso de traslado desde las fincas hasta los planta de beneficios es un factor de vital importancia para el control y prevención de *Salmonella* spp. en los cerdos. En estudios realizados para detectar la presencia de *Salmonella* spp. en muestras recogidas en camiones antes de la carga, en el contenido cecal, ganglios linfáticos y la superficie de las canales, y posteriormente antes del beneficio se podría concluir que la contaminación de los cerdos se produjo durante el transporte desde la granja. Se ha reportado la propagación de *Salmonella* spp. a través del

cuerpo en un periodo aproximado de 2 horas después de la absorción oral o nasal, colonizando el tracto intestinal y los ganglios linfáticos de los cerdos (Hurd *et al.*, 2001 citado por Magistrali, C., 2008).

Se ha observado un aumento de la prevalencia de *Salmonella* spp. en planta de beneficio a causa de nuevas infecciones que ocurren durante el transporte y en corrales prebeneficio debido al contacto directo con otros animales infectados o sus heces. (Botteldoorn, N, 2003; Hurd *et al.*, 2002 citado por García-Feliz.C, *et al.*, en el 2009; Davies *et al.*, 1999; Isaacson *et al.* 1999; citados por Boughton, C, 2001; Duggan, S. J., 2010). Es importante tener en cuenta que el estrés durante el transporte puede aumentar la excreción de *Salmonella* spp. aumentando el riesgo de infección del grupo de cerdos en la zona de espera (Isaacson *et al.*, 1999; Larsen *et al.*, 2003; Boughton *et al.*, 2007 citados por Boyen, F. en el 2008).

Así mismo Delhalle, 2009 reporta que la contaminación de la piel, probablemente, relacionada con acumulación de suciedad durante el transporte puede aumentar la posibilidad de infección por *Salmonella* spp. en los cerdos.

Vale la pena recalcar que los cerdos infectados llevarán *Salmonella* spp. en la piel, boca o heces, generando contaminación cruzada en las canales durante todos los procesos de beneficio (Hald, 2003).

En la tabla 4 se compilan datos de prevalencia en transporte, corrales y en plantas de beneficio. Se informan datos obtenidos en el transporte siendo del 75%, 91.7% y 83.3% respectivamente.

TABLA 4 - Prevalencia de *Salmonella* spp. en transporte, corrales y planta de beneficios de un grupo de cerdos

Fuente	No. positiva para <i>S. enterica</i> / total (%) en el matadero (s)		
	A	B	A Y B
Corrales pre-beneficio	12/12 (100)	12/12 (100.0)	24/24 (100.0)
Muestras de corrales	47/72 (65.3)	65/72 (90.3)	112/114 (77.8)
Remolques de transporte	9/12 (75.0)	11/12 (91.7)	20/24 (83.3)
Muestras de remolques	25/72 (34.7)	38/72 (52.8)	63/114 (43.8)
Agua potable	3/12 (25)	5/12 (41.7)	8/24 (33.3)
Grupos de cerdos	12/12 (100.0)	12/12 (100.0)	24/24 (100.0)
Contenido cecal	116/360 (32.2)	104/360 (28.9)	220/720 (30.6)
ICLN	70/360 (19.4)	26/360 (7.2)	96/720 (13.3)

Los valores de las planta de beneficio A y B son estadísticamente diferentes ($P \leq 0,05$) de chi-cuadrado.

Fuente: Tomado y modificado por Rostagno, 2003.

En un estudio realizado por Rostagno en el 2003 indicó que el 43.8% de los camiones fueron positivos en *Salmonella* spp. En la tabla 5 se relacionan datos de prevalencia encontrados en el proceso de transporte.

TABLA 5 - Prevalencia de *Salmonella* spp. en transporte

AUTOR	AÑO	PAÍS	TAMAÑO DE LA MUESTRA	PREVALENCIA	MUESTRAS EN
Mannion, C.	2008	Irlanda	419	17%-53% camión	Camiones
Rostagno, M. H	2003	USA	150	34.7%-52.8% camión	Heces, camiones y agua potable

5.2.3. Prebeneficio- Análisis de la información

Los corrales de prebeneficio son probablemente una de las principales fuentes de contaminación por *Salmonella* spp. antes del beneficio (Hurd *et al.* 2001; Swanenburg *et al.* 2001, citado por Botteldoorn, 2003; Hurd, 2002; De Busser, 2011). Un estudio realizado por Boughton en el 2001 demostró que hasta un 90% de muestras de corrales, pueden resultar positivos para *Salmonella* spp.,

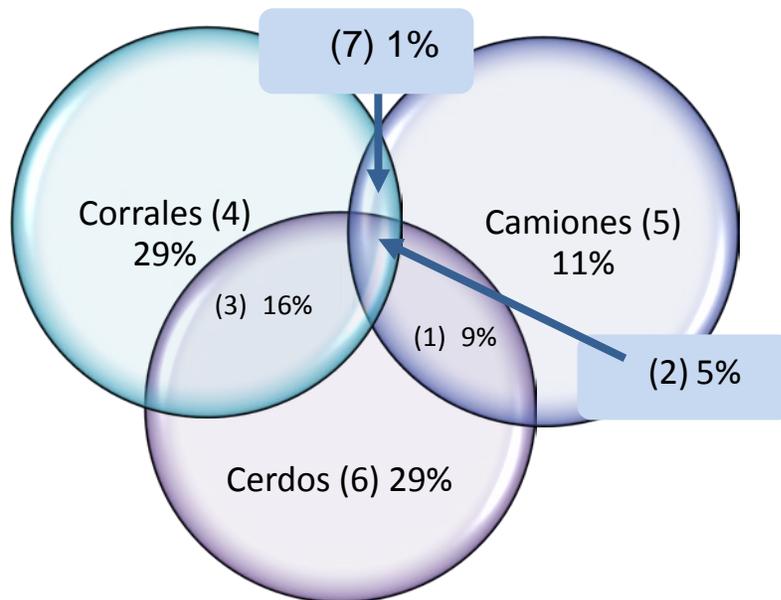
La transmisión por *Salmonella* spp. en los corrales puede ocurrir principalmente por vía fecal-oral. (Loynachan y Harris, 2005; citado por Boyen *et al.*, 2008). Después de 2 - 3 horas de contacto en corrales en animales que han sido sometidos a estrés durante el transporte puede existir una mayor susceptibilidad a la infección por *Salmonella* spp. (Hurd, 2002; Rostagno, 2003; Duggan, 2010; Baptista, 2010; De Busser, 2011).

Loynachan *et al.* 2004, citado por De Busser en el 2011, indicaron que *Salmonella* spp. es capaz de infectar varios tejidos como amígdalas, colon, ciego, ganglios linfáticos, timo, pulmón, hígado, bazo y sangre en al menos de 3 h post-inoculación, período de tiempo que es compatible con la duración del transporte y la permanencia en corrales pre-beneficio.

Morgan en 1987 hizo un estudio que demostró que la tasa de aislamiento de *Salmonella* spp. en el ciego y en las superficies de las canales aumento significativamente al aumentar el tiempo de permanencia en corrales pre-beneficio. *Salmonella* spp. fue aislada de ciego de los cerdos con los siguientes resultados: el 18,5% en los cerdos de menos de 24 horas en corrales, 24,1% en los cerdos de más 24 horas y 47,7% en los cerdos de 66 horas en corrales y las tasas de aislamiento de *Salmonella* spp. en canales fueron 9.3%, 12.8% y 27,3%

para los mismos grupos. Posteriormente Rostagno en 2003 (figura 4) y Duggan en el 2010 afirmaron que la permanencia de los cerdos en los corrales aumenta la probabilidad de contaminación por *Salmonella* spp. debido a la alta prevalencia de este patógeno.

FIGURA 6 - Distribución de *Salmonella* spp. aislada en camiones de transporte, corrales pre-sacrificio y cerdos antes del beneficio (Rostagno, 2003)



La principal fuente de contaminación por *Salmonella* spp. dentro de los corrales donde se realiza el pre-beneficio, son las heces de los animales (Hald, 2003), que pueden contaminar el suelo y a otros animales sanos. Otra fuente de contaminación dentro de los corrales, es el agua potable que puede presentar *Salmonella* spp.; Hald en el 2003 realizó un estudio donde demostró que el 33,3% de las muestras de agua potable estaban contaminadas con *Salmonella* spp.

En la tabla 6 se relacionan algunos estudios de prebeneficio compilados en la revisión sistemática.

TABLA 6 - Prevalencia de *Salmonella* spp. en prebeneficio

AUTOR	AÑO	PAÍS	TAMAÑO DE LA MUESTRA	PREVALENCIA	MUESTRAS EN
Bahnson, P. B.	2006	USA	3.754 cerdos	5% heces	heces
Botteldoorn, N.	2004	Bélgica	250 cerdos	13%-30% heces	Heces
Botteldoorn, N.	2003	Bélgica	En 5 planta de beneficios Aprox. 370 canales	19% heces	Heces
De Busser, E. V.	2011	Bélgica	276	46% corrales	Contenido cecal
García-Feliz, C. <i>et al.</i>	2009	España	232 granjas rebaños	35% -44% heces	Heces
Rostagno, M. H	2003	USA	150 cerdos	65.3%- 90.3% corrales	Heces
Sánchez, J.	2007	Canadá	98 documentos	39% heces	Meta-análisis

5.2.4. Proceso de beneficio- **Análisis de la información**

Un estudio realizado en Estados Unidos por Tamplin *et al.* (2001) demostró que a pesar de que *Salmonella* spp. estuvo presente en el 73% de las pruebas serológicas, esta contaminación puede ser reducida a un 0.7% cuando las plantas operan bajo un esquema de análisis de riesgo y control en puntos críticos HACCP. Swanenburg *et al.*, citado por Dugan 2010, informa así que la mayoría de los corrales prebeneficio junto con la línea de sacrificio son las mayores fuentes de contaminación por *Salmonella* spp.

En la Tabla 7 se presentan los datos del estudio de Hald, 2003 en todo el proceso de beneficio que se discutirá adelante.

TABLA 7 - Aparición de *Salmonella* spp. en muestras ambientales y en productos recogidos en 7 de 12 plantas de beneficio examinadas

Ubicación del muestreo	País 1				País 2				País 3				País 4		TOTAL	
	A		B		C		D		E		F		G		n	%
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%				
Productos de muestreo																
Canales	299	1.7	300	5.0	197	6.6	176	8.0	164	1.2	187	4.8	300	1.0	1653	3.8
Hígado	150	4.0	150	2.7	110	3.6	90	12.2	122	12.3	162	4.3	150	2.7	934	5.5
Amígdalas	150	9.3	145	9.0	110	5.5	86	5.8	123	13.8	164	6.1	150	5.3	928	7.9
Total	599	4.2	595	5.4	417	5.5	352	8.5	409	8.3	513	5.1	600	2.5	3485	5.3
Muestras Ambientales																
Tanque de escaldado	90	1.1	90	5.6	---	---	---	---	43	4.7	45	0.0	90	0.0	358	2.2
Equipo de pulido	90	35.6	90	2.2	---	---	---	---	46	4.3	45	0.0	90	1.1	361	10.2
Divisor de canales	90	7.8	90	5.6	19	10.5	19	0.0	31	6.5	45	31.1	90	6.7	384	9.4
Otros equipos	23	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	23	0.0
Tomas de agua	180	16.7	179	27.4	172	20.9	139	18.0	88	44.3	87	74.7	180	16.7	1025	27.4
Manos	145	2.8	146	4.8	145	5.5	140	5.0	73	0.0	75	6.7	150	0.7	874	3.7
Cuchillos	---	---	---	---	129	3.9	122	1.6	---	---	---	---	---	---	251	2.8
Total	768	17.6	745	14.6	465	11.0	420	8.1	281	16.0	297	28.3	600	6.3	3576	13.8
# muestras / día	6		6		13		12		3		3		6		49	

Fuente: Hald, 2003

5.2.4.1. Insensibilización

El aturdimiento o insensibilización se basa en una perturbación de los sentidos ocasionado por una carga eléctrica u otra causa física que produce a los animales un estado de inconsciencia en el que se mantienen hasta el sacrificio, para evitar sufrimiento (val Campos, *et al.* 2011). La insensibilización realizada apropiadamente garantiza la calidad del producto, el bienestar animal y la seguridad del operador (Valls Camps, *et al*, consultado en el año 2011).

Los métodos de aturdimiento autorizados por la Unión Europea son (Valls Camps, *et al*, 2011):

- La pistola de clavija perforadora: Perfora el cráneo
- La percusión: golpe
- La electronarcosis: aplicación de fuentes eléctricas
- La exposición al dióxido de carbono.

5.2.4.2. Sacrificio

Botteldoorn en el 2003 reportó que la mayor prevalencia de *Salmonella* spp. en el momento de la sacrificio fue en el contenido intestinal (40%). En los Países Bajos con el 23% (van der Lobo *et al.*1999, citado por Botteldoorn 2003) en el Reino Unido con un 63% (Davies *et al.*1999, citado por Botteldoorn, 2003), en Alemania 3.7% y los Países Bajo 25.6% (Kasbohreret *al.* 2000; Swanenburg 2000, citados por Botteldoorn, 2003). Igualmente en el mismo año Bonardi reporto una prevalencia de 36, 7%.

5.2.4.3. Desangrado

Consiste en una incisión en el surco yugular; seccionando ambas arterias carótidas y venas yugulares provocando una rápida sangría. Al finalizar este proceso pueden ocurrir movimientos musculares “reflejos” produciéndose sacudidas bruscas que permiten la efusión sanguínea casi completa, favoreciendo la conservación de la carne (Valls Campos, *et al*, 2011).

5.2.4.4. Escaldado

Según lo establecido en estudios previos, la aplicación de agua para el escaldado se maneja a una temperatura de 60°C a 62°C proceso que puede contribuir a disminuir la población de bacterias como *Salmonella* spp., *E. coli* y *Campylobacter* spp. tanto en las canales (Sorquist y Danielsson, Tham 1990; Hald *et al.* 1999; Snijders, 1975; Mafu *et al.* 1989, Davies *et al.* 1999; citados por Bolton en 2002).

En un estudio realizado por Swanenburg, M., 2001 y Borch, 1996 encontraron que *Salmonella* spp., puede estar presente en el agua es un riesgo de contaminación para las canales. El procedimiento tarda 6-8 min y se debe tener en cuenta que la reducción en el número de bacterias en la canal durante el escaldado depende de las condiciones de tiempo y temperatura utilizadas.

Borch E. en 1996 demostró que durante el proceso de escaldado, se lleva a cabo una reducción del número de bacterias; la medida de reducción de una especie bacteriana depende de la resistencia de dicha bacteria al calor (tabla 8) (Bergdoll, 1989; Stern and Kazmi, 1989; Sijrqvist, E. Borch *et al.* / Danielsson-Tham, 1990; Nishikawa *et al.*, 1993; Siirquist, 1994, Citados por Borch 1996). La siguiente tabla muestra los datos de resistencia al calor y tiempo de exposición que corresponden a diferentes tipos de bacterias, entre ellas *Salmonella* spp.

TABLA 2 - Origen, resistencia al calor y rango de crecimiento de algunas bacterias patógenas

Bacteria	Origen	Resistencia al calor	Rango de crecimiento	
			pH	Temperatura
<i>Aeromonas</i> spp.	cerdo-medio ambiente	2 min. 55°C	4-10	4-42
<i>Campylobacter</i> spp.	cerdo-medio ambiente	D60 = 12-24 s	4.9-≥ 8.0	30-47
<i>L. monocytogenes</i>	cerdo-medio ambiente	D60= 40-190 s	4.5-9.6	1-45
<i>Salmonella</i> spp.	cerdo-medio ambiente	D60=33 s-9.5 min	4.5-9.0	5-47
<i>S. aureus</i>	cerdo-medio ambiente	D55= 66 s	4.0-9.8	6-44
<i>Y. enterocolitica</i>	cerdo-medio ambiente	D60= 27 s	4.2-9	-2-42

Fuente: Tomado y modificado por Borch E, 1996

En el 2009 Letellier, afirma que la probabilidad de presencia de *Salmonella* spp. en las canales se redujo en un factor de 0.39 cuando el agua de escaldar se encontraba libre de *Salmonella* spp. en comparación de cuando no lo estaba. Las probabilidades de presencia de *Salmonella* spp. aumentaron en un factor de 2.78 en los lotes de cerdos sucios.

Otro hallazgo importante del estudio de Letellier, A. en 2009, fue la asociación entre el estado bacteriológico de las canales y el agua del tanque de escaldado. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Hald, 2003 en Dinamarca en donde se indica claramente que se debe prestar especial atención a la calidad del agua de escaldado.

Usualmente, el escaldado reduce el número de *Salmonella* spp. en la superficie de la canal. Sin embargo, si la temperatura del agua desciende por debajo de la recomendada (62°C) y/o la cantidad de material orgánico logra proteger a las bacterias contra el calor, el riesgo de que la bacteria sobreviva a este proceso se incrementa (Hald, 2003)

El hallazgo de *Salmonella* spp. en el agua aumentó significativamente la prevalencia de *Salmonella* spp. en el proceso de extracción de las vísceras. Este hallazgo puede ser explicado por la siguiente hipótesis: durante el escaldado es casi inevitable que un poco de agua entre a los pulmones debido a la respiración voluntaria o involuntaria de los cerdos recién muertos. Si el agua está contaminada con *Salmonella* spp., el riesgo de aislarla desde los pulmones aumentará, y en consecuencia generará un mayor riesgo de contaminación de las canales cuando se retiran las vísceras de la cavidad torácica. Este riesgo es aún mayor si los pulmones, debido a las adherencias después de la inflamación pulmonar previa, se rompen durante su extracción (Borch E., 1996; Hald, T., 2003).

5.2.4.5. Depilado

Las máquinas de depilado consisten en tambores giratorios equipados con bloques que rotan los cadáveres para quitar los pelos. El proceso tarda unos 10 segundos. Durante esta etapa del proceso, la materia fecal puede ser esparcida a la superficie de la canal. En los restos de las máquinas de depilación, de al menos dos planta de beneficios, se aisló *Salmonella* spp. en el 50% de las muestras en cantidades hasta de 105 UFC/g (Gill y Bryant, 1993 citado por Borch, 1996).

El depilado y el pulido, a menudo, han sido asociados con contaminación de *Salmonella* spp. a las canales, a través de las depiladoras, que pueden contaminar varios animales durante el proceso. (Hald, T., 2003). (Delhalle, L., 2009)

5.2.4.6. Flameado

El flameado durante 10 segundos eleva la temperatura de la superficie de la canal a 100°C aproximadamente. La alta temperatura utilizada reduce el recuento total de *Salmonella* spp. en la piel (Nerbrink and Borch, 1989, Citado por Borch, 1999), pero eso depende del método utilizado y el tiempo de flameado (Borch E., 1996).

Por lo tanto, flamear tiene un efecto significativo en la reducción de la contaminación (Borch E., 1996). Alban en el 2005 reportó que el flameado indujo una disminución sustancial, ya que sólo el 1% de las canales fueron positivas a *Salmonella* spp.

Se puede afirmar, entonces, que el proceso de flameado reduce significativamente el nivel de contaminación en la superficie de la piel, aunque las bacterias pueden sobrevivir en lo más profundo de los pliegues de la piel (la base y los orificios de las orejas) o en los folículos del pelo (Berends *et al.*, 1997, citado por Alban 2005). Un estudio estimó que la prevalencia se redujo a sólo 3.6% cuando la eficacia del flameado se incrementó en un 0.99. Esto implica, que mejorar la eficacia del flameado puede disminuir la prevalencia de canales positivas de *Salmonella* spp. En 2005 Larsen *et al.*, estimaron que costaría 0.07 dólares por cerdo aumentar la eficacia del flameado constituyéndose en una forma relativamente económica de reducir la prevalencia de *Salmonella* spp (Alban, L., 2005).

5.2.4.7. Pulido

Berends *et al.* estima que el 15.5% de toda la contaminación de la canal se produce durante el pulido, 55-90%. El pulido se hace raspando la superficie de la canal con utensilios de acero inoxidable, la contaminación de la superficie de estas herramientas, puede contribuir a la propagación de las bacterias que

sobreviven al flameado, adicionalmente, estos implementos pueden ser de difícil de limpieza y desinfección (Borch E., 1996).

Hald en el 2003 reporto un estudio donde encontraron que los equipos de pulido “sucios” contribuyen a aumentar la contaminación por *Salmonella* spp. en la canal persistiendo en la superficie de estos equipos y por ende de la planta.

5.2.4.8. Evisceración

Los cerdos que ingresan a las plantas de beneficio pueden ser portadores de *Salmonella* spp. Borch en el 1996 sugiere que la contaminación por *Salmonella* spp. puede ocurrir durante la extracción tradicional, al retirar el conjunto de órganos como pulmones, riñones, diafragma, corazón, esófago, tráquea, lengua con las amígdalas, tracto digestivo, ganglios linfáticos mesentéricos y mandibulares (Mogstad, 1995; Berenguer *et al*, 1996; Jung *et al*, 2001, citados por De Busser, 2011; Nowak, 2007; García-Feliz, *et al*, 2009). En las tablas 9 y 10 se compilan estudios que reportan la presencia de *Salmonella* en diversos tejidos.

La presencia de *Salmonella* spp. en tejidos representa un riesgo potencial de contaminación ya que se puede transmitir directa o indirectamente a las canales, debido a los procedimientos incorrectos de evisceración (Hald, 2003, De Busser, 2011) (Borch, 1996) (Borch, 1996; Botteldoorn, 2003; Bergin, 2007; Olsen *et al*, 2001, citado por De Busser 2011).

Swanenburg 2001 observó que la mayor prevalencia de *Salmonella* spp. se detectó en las muestras de contenido cecal (25,6%), Botteldoorn en el 2003 reportó que la mayor prevalencia de *Salmonella* spp. fue en el contenido intestinal (40%) en el momento de la beneficio. Pin, 2010 referencio a Mainar-

Jaime *et al.*, 2008 quien detectó en el 12,5% en el ciego y De Busser en el 2011 informó que el 80% de las muestras del íleon y ganglios linfáticos de los cerdos fueron positivas en *Salmonella* spp.

Se ha reportado que la prevalencia de *Salmonella* spp. en los ganglios linfáticos mandibulares puede ser mayor que en las amígdalas, ya que estas constituyen una fuente importante de contaminación para la canal y otros productos comestibles (Castagna, Schwartz, Canal, y Cardoso, 2004, citado por Oliveira, 2010). De Busser en el 2011 reporta la presencia de *Salmonella* spp. en el detectado (70%) en las amígdalas al igual que los ganglios linfáticos de la mandíbula. (Wood *et al.*, 1989, Citado por De Busser, 2011), lo que demuestra la importancia de éstas como fuente de contaminación ya que estas pueden permanecer adheridas a la cabeza en el producto terminado (Vieira-Pinto *et al* 2005; Delhalle; 2009; Martins, 2003, citado por De Busser, 2011).

Swanenburg 2001 y Hald en el 2003 afirman que la lengua, el hígado y canales son también fuentes importantes de contaminación por *Salmonella* spp. en cerdos. En estudios realizados por Hald en el 2003 (tabla 10) y posteriormente Meyer en el 2010 demostraron la presencia de *Salmonella* en hígado y lengua

Meyer en el 2010 y De Busser en el 2011, reportaron que el proceso de evisceración es una fuente importante de contaminación por *Salmonella* spp. en las canales de cerdo. Así, Gill y Bryant 1992, Berenguer *et al.* 1997, Hald *et al.* 1999 y Davies *et al.* 1999, referenciados por Bolton 2002, reportaron aumento de la incidencia de *Salmonella* spp. entre 4 y 32% después de la evisceración. Hald 2003 estima que *Salmonella* spp. se transmite del 55 a 90% durante evisceración. Posteriormente Botteldoorn 2004 estima que la contaminación cruzada durante este proceso corresponde a un 30%.

TABLA 3 - Prevalencia de *Salmonella* spp. en muestras de tejidos de cerdos (Tomado y modificado por Swanenburg, 2001)

MUESTRA	Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en %											
	Planta de beneficio 1						Planta de beneficio 2					
	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
Canal	0	9	0	34	0	26	10	10	15	40	0	19
Hígado	0	7	15	34	0	24	0	10	8	40	5	19
Lengua	13	8	25	32	0	26	10	10	8	40	0	20
Amígdalas	22	9	50	36	7	27	40	10	48	40	10	20
Contenido Cecal	0	8	31	36	7	27	0	10	23	40	0	20
Ganglios linfáticos	0	8	29	35	0	27	0	0	25	40	0	20

Grupo 1. Lotes seropositivos sacrificados al inicio del día

Grupo 2. Lotes seropositivos sacrificados después de los rebaños seronegativos

Grupo 3. Lotes seronegativos sacrificados después de los rebaños seropositivos

TABLA 40 - Prevalencia de *Salmonella* spp. en tejidos de cavidad abdominal

AUTOR	AÑO	PAÍS	TAMAÑO DE LA MUESTRA	PREVALENCIA
Bahnon, P. B.	2006	USA	3.754 cerdos	4% contenido del colon 17% contenido cecal
Bonardi, S.	2003	Italia	150 cerdos	55% contenido intestinal
Boughton, C.	2001	Irlanda	33 cerdos	89% contenido cecal
Botteldoorn, N.	2004	Bélgica	250 cerdos	21,8%- 31.6% ganglios linfáticos mesentéricos
Botteldoorn, N.	2003	Bélgica	En 5 planta de beneficio (Aprox. 370 canales)	21% ganglios linfáticos mesentéricos
Côté, S.	2004	Canadá	442 cerdos	10.8% ganglios linfáticos mesentéricos 14,8% Contenido cecal
De Busser, E. V.	2011	Bélgica	276	11%-23% Contenido cecal 18% ganglios linfáticos mesentéricos
Duggan, S. J.	2010	Irlanda	193 cerdos	45%-72% contenido cecal
Morgan, I. R.	1987	Australia	450 cerdos	18.5%-47.7% Ciego
Rostagno, M. H	2003	USA	150 cerdos	28.9%-32.2% Contenido cecal
Swanenburg, M.	2001	Países bajos	1.114 cerdos	25,6% contenido cecal

TABLA 51 - Prevalencia de *Salmonella* spp. en cavidad torácica

AUTOR	AÑO	PAÍS	TAMAÑO DE LA MUESTRA	PREVALENCIA
Bahnson, P. B.	2006	USA	3.754 cerdos	15% ganglios linfáticos
Bonardi, S.	2003	Italia	150 cerdos	8% amígdalas
Boughton, C.	2001	Irlanda	33 cerdos	61% pulmón 67% hígado 89% ganglios linfáticos 100% amígdalas
Côté, S.	2004	Canadá	442 cerdos	17,7% Hígado 9,18% Bazo
Delhalle, L.	2009	Bélgica	Simulación de un Modelo	10,3% Ganglios linfáticos
Sanchez, J.	2007	Canadá	98 documentos	16%-19% tejidos
Swanenburg, M.	2001	Países bajos	200 cerdos	3%-25% tejidos
Swanenburg, M.	2001	Países bajos	1.114 cerdos	19,6% amígdalas 9,3% hígado 9,3% lengua 9,3% en ganglios linfáticos

La evaluación microbiológica de la superficie de la canal proporciona información sobre la higiene durante el proceso de beneficio, los hallazgos de las amígdalas, ganglios linfáticos y el contenido cecal, combinado con el resultado de la serología, da información sobre la infección del cerdo antes del proceso de beneficio en la granja, durante el transporte o la permanencia en corrales prebeneficio (tabla 9) (Swanenburg, 2001) (Hald *et al*, 2003; Jung, Lee, Lee, Kim, y Kim, 2001; Käsbohrer *et al*, 2000; Metcalf *et al*, 2000, Citados por Oliveira, 2010).

5.2.4.9. Canales

Salmonella spp. contamina directa o indirectamente la carne de la canal. Botteldoorn 2004, Duggan en el 2010 y Baptista 2010, estiman que la contaminación cruzada representa un alto porcentaje en la carne en canal. Por esta razón la carne en general puede ser un medio importante de propagación de *Salmonella* spp a humanos (Wong, 2009; Berenguer *et al*, 1996; Beloeil *et al*, 2004, citado por García-Feliz, *et al*, 2009).

En Australia la prevalencia de *Salmonella* spp. varia de 1,19% - 2,73% en las canales de cerdo (Hamilton *et al.*, 2007, citado por Wong, 2009), el 11,2% en los músculos del cuello de los cerdos sacrificados en Canadá (Lammerding *et al.*, 1988, citado por Wong, 2009), y más recientemente en otro estudio realizado por Tamplin *et al.* 2001, citado por Wong 2009, el 0,7%. En Estados Unidos con el 3,7%, en Alemania 8.1% según lo informado por Lo Fo Wong y Hald (2000, citado por Wong, 2009) y el 0,7% en Dinamarca según lo informado por Nielsen *et al.* (2001, citado por Wong, 2009). Así mismo García- Feliz, *et al*, 2009 reporta el 14% y Delhalle 2009 informa un porcentaje del 11.1%- 18.9% en las canales.

Posteriormente Duggan en el 2010 realizó un estudio en España del 2003-2005 donde encontró prevalencia en *Salmonella* spp. del 3,9% de las muestras de la carne de cerdo. En Irlanda fue reportada una prevalencia de *Salmonella* spp. en 2.6%- 3,3% para carne de cerdo. En el reino Unidos 5,3% y 40 % en Irlanda del Norte. En la tabla 12 se presentan algunos estudios en los que se evaluó la presencia de *Salmonella* spp en canales y carne.

TABLA 126 - Prevalencia de *Salmonella* spp. en canales, carne de cerdo y cortes de carne

AUTOR	AÑO	PAÍS	TAMAÑO DE LA MUESTRA	PREVALENCIA
Alban, L.	2005	Dinamarca- Suiza	No reportado	40% canal
Baptista, F. M.	2010	Dinamarca	20.196 canales	0.8%-6.9% canal
Berends B.R	1998	Países Bajos	No reportado	25%-30% Carne 50%-55% Carne picada
Bonardi, S.	2003	Italia	150 cerdos	9% canal
Borch E.	1996	Dinamarca, Suecia, Noruega	13. 468 cerdos	Dinamarca 85% canal Suecia el 15-20% canal Noruega el 20% canal
Botteldoorn, N.	2004	Bélgica	250 cerdos	26%-70% canal
Botteldoorn, N.	2003	Bélgica	En 5 planta de beneficios Aprox. 370 canales	16-37% canal
Côté, S.	2004	Canadá	442 cerdos	3.62% canal
De Busser, E. V.	2011	Bélgica	276	2%-14% canal
Delhalle, C.	2008	Bélgica	7 plantas	0.3%-4.3% carne picada
Delhalle, L.	2009	Bélgica	Simulación de un Modelo	7.1% Canal 17.3% cortes de carne 11.1% carne picada
Delhalle, L.	2009	Bélgica	Proporcional a la cantidad de carne producida por año en plantas de beneficio.	7.3%-25% canal 7.4%-23.7% Cortes de carne 1.4%-18.6% Carne picada
Duggan, S. J.	2010	Irlanda	193 cerdos	69% canal
Espinal, M.P.	2009	Colombia	1.300 alimentos	8.1% carne de cerdo
Hald, T.	2003	Dinamarca	3.485 carne de cerdo	5,3% carne de cerdo
Köfer, J.	2006	Austria	34.170	0,13%-5,2% Canal
Mejía, W.	2007	Colombia	156	37.82% Canal
Morgan, I. R.	1987	Australia	450 cerdos	9.3%-27.3% Canal
Nowak, B.	2007	Alemania	383 cerdos	7%-16.5% carne
Prendergast, D. M.	2009	Irlanda	500	2.6% canales
Reyes J.A	2005	Méjico	467 canales	36% canales
Swanenburg, M.	2001	Países bajos	200 cerdos	1.4% canales
Tokumar, M.H	2004	Japón	94	3.2% carne
Van der Gaag, M. A.	2004	Países bajos	No reportado	1.5%-2% canales
Vieira-Pinto, M	2005	Portugal	101 cerdos	19.9%- 26.7% carne y canal
Wong, T. L.	2009	Nueva Zelanda		3.6% carne

5.2.4.10. Instalaciones y equipos de la planta de beneficio

Durante el beneficio, los parámetros a tener en cuenta con respecto a la contaminación se refieren a la manipulación, contacto con las superficies, higiene general y la temperatura en cada etapa (Borch, 1996; Lo Fo Wong *et al.*, 2002 citado por Delhalle, 2009). Estos parámetros son importantes no solo para evitar la contaminación cruzada, sino también para mantener el nivel de contaminación lo más bajo posible (Delhalle, 2009). Se debe resaltar que la manipulación, el tiempo y la temperatura son los tres factores principales que influyen en la calidad microbiológica de las carnes (Lo Fo Wong *et al.*, 2002 citado por Delhalle, 2009).

Por esta razón, mantener las condiciones ambientales correctas puede influir en el control de contaminación por *Salmonella* spp. en los canales dentro del proceso de beneficio. En un estudio Hald, afirmó que el incremento en la temperatura del ambiente puede dar lugar a una posible multiplicación de los agentes patógenos en el medio ambiente, que a la larga puede contribuir a la contaminación de los cerdos, así como la contaminación de las canales. (Hald, T., 2003).

En un estudio realizado por Delhalle, en el 2009, afirma que *Salmonella* spp. empieza a crecer a una temperatura por encima a los 7°C (ICMSF, 1996, citado por Delhalle, 2009). Un estudio publicado por Leroy y sus colaboradores 1999, citado por Delhalle 2009, afirma que encontraron que la temperatura de la carne cruda en los refrigeradores de los supermercados belgas pequeños, era de 5°C ± 2.5°C y el 21% mostraron un posible crecimiento de *Salmonella* spp. y *E. coli*, debido a las temperaturas por encima de los 7°C. Otra investigación realizada por una asociación de consumidores reveló las condiciones sub-estándar de almacenamiento de la carne en las tiendas belgas, en donde el 56% de las muestras presentaron temperaturas por encima de los 5°C (Anónimo, 2003 citado por Delhalle, L., 2009).

Puede ocurrir contaminación cruzada por mala manipulación de las aguas de drenaje. No obstante, normalmente, el agua de drenaje contaminada no es

considerada como un punto crítico de control, esta agua puede contaminar las canales si se distribuye en el momento de la limpieza (por ejemplo con altas presiones) y de ese modo retornar a la sala de sacrificio. Sin embargo, es importante no descartar que esta bacteria se pueda multiplicar en el alcantarillado. Según Swanenburg, 2001 la prevalencia de *Salmonella* spp. en muestras ambientales fue alta en las muestras de drenaje de agua en los planta de beneficios con un 61% y en el separador de canales con un 33%.

No hay duda que la máquina de depilado es una fuente importante de contaminación bacteriana, como *Salmonella* spp. (Yu *et al.* 1999, Morgan *et al.* 1989; Gill y Bryant, 1993; Gill y Jones, 1995; Davies *et al.* 1999 citado por D.J Bolton, 2002).

Como se puede establecer en la tabla 13, el aislamiento de *Salmonella* spp. en el pulido, corte y flameado parecen estar asociadas con un mayor riesgo de contaminación de la canal (Hald, T., 2003).

TABLA 13 - Razones de probabilidad de la contaminación de la canal por *Salmonella* spp

Proceso	OR	95% CI		P Valor	Proporción de canales positivas	
		BAJO	ALTO		<i>Salmonella</i> spp. no aislada desde el proceso	<i>Salmonella</i> spp. aislada desde el proceso
Escaldado	2.44	1.12	5.31	0.0253	16/1025	11/ 105
Pulido	5.04	2.01	12.61	0.0006	15/888	12/242
Tapón de eliminación	0.29	0.07	1.24	0.0945	26/1104	1/2.6
Evisceración	0.92	0.35	2.39	0.8663	23/943	4/187
Remover Visceras	2.21	1.04	4.71	0.0404	10/795	17/335
Producto terminado: Carne en canal	3.63	0.78	16.85	0.0999	25/1120	2/2.0
Cortes	2.73	1.18	6.32	0.0196	10/797	17/333

Fuente: Hald, 2003.

Botteldoorn, N. en su estudio, afirmó que el 28% de las canales estaban contaminadas con cepas provenientes del ambiente de la planta de beneficio. La transmisión de *Salmonella* spp. en el medio ambiente podría ser causada por el personal o los equipos del planta de beneficio (Botteldoorn, 2004).

En un estudio, Hald 2003 afirma que la presencia de *Salmonella* spp. es una fuente de contaminación persistente del medio ambiente en la línea de beneficio, especialmente en el equipo de pulido. Yu *et al.* Citado por Borch, 1996, encontraron que el contacto con equipos de pulido puede generar mayor contaminación de las canales en la tarde en comparación con la mañana. Lo que sugiere que los equipos contaminados son una fuente importante de contaminación de las canales

Los cuchillos, y los equipos pueden llegar a ser contaminados por *Salmonella* spp. y posteriormente se transfieren por la canal porcina, esto ocurre especialmente en el proceso que incluyen la manipulación de la cavidad bucal, recto e intestinos, es decir en la evisceración o inspección. (Nesbakken, 1988, Citado por Borch, 1996).

La tabla 14 relaciona algunos estudios de instalaciones y equipos

TABLA 14 - Prevalencia de *Salmonella* spp. en instalaciones y equipos

AUTOR	AÑO	PAÍS	TAMAÑO DE LA MUESTRA	PREVALENCIA
Botteldoorn, N.	2003	Bélgica	En 5 planta de beneficios Aprox. 370 canales	0% tanque escaldado 27% maquina separado y cuchillos 33% ambiente
Hald, T.	2003	Dinamarca	3.573 ambientales	13.8% Ambiente
Rostagno, M. H	2003	USA	150 cerdos	33% agua
Swanenburg, M.	2001	Países bajos	200 cerdos	11%-41% ambientales

5.2.4.11. Personal

El beneficio porcino ofrece muchas oportunidades para la contaminación de la canal con microorganismos patógenos (Bonardi, 2003). Lo Fo Wong *et al.*, 2002, citado por Delhalle, 2009 afirmaron que una de las mayores fuentes de contaminación por *Salmonella* spp. es la manipulación, higiene general, tiempo y temperatura en cada etapa.

En varios estudios realizados se han reportado que la contaminación cruzada, de canal a canal puede ser el resultado de la manipulación del personal en el proceso de evisceración y manejo de las canales. (Swanenburg, 2001; Côté, 2004; Botteldoorn, 2004; Guggan 2010).

5.3. FASE 3: Prevención y control de *Salmonella* spp. de la Granja al Beneficio

5.3.1. Prevención y control de *Salmonella* spp. en producción primaria

Es importante tener en cuenta las políticas oficiales para prevenir *Salmonella* spp. desde su origen (Goldbach, 2006). La principal fuente de contaminación son los animales infectados. Cuanto mayor sea el número de diferentes proveedores de lechones, mayor es el riesgo de *Salmonella* spp. en granja. Es necesario controlar estrictamente los sistemas de producción (sistemas cerrados) ya que los proveedores de lechones son los factores más importantes para la reducción de la contaminación por *Salmonella* spp. en el cerdo. (2007; Nowak, 2007).

Se recomienda el control de los cerdos de cría por medio de análisis serológico, (Mannion, 2008; Boyen, 2008; Wegener, 2010). Por otra parte, si las reacciones serológicas demuestran un alto nivel de *Salmonella* spp. todos los movimiento de los animales deben ser restringidos. (Wegener, 2010).

Algunos estudios reportaron otras medidas de prevención como:

- Reducir el número de cerdos por corral, debido al aumento de temperatura y contacto con heces (Hautekiet, 2008; Delhalle, 2009, García-Feliz, *et al*, en el 2009).
- Manejo de lotes (todos dentro/ todos fuera). (Berenguer *et al*, 1996; Lo Fo Wong *et al*, 2002; Funk y Gebreyes, 2004, Citados por Mannion, 2008; Hautekiet, 2008; Delhalle, 2009; García-Feliz, *et al*, 2009).
- La estricta separación de los lotes de cerdos (Dahl *et al.*, 1996, citado por García-Feliz, *et al*, 2009; Delhalle, 2009).
- Buena ventilación de los locales ya que cuando existe poca aireación existe mayor probabilidad de permanencia de *Salmonella* spp. (Delhalle, 2009; García-Feliz, *et al*, 2009)
- Prevención del estrés durante el manejo de los cerdos reducen la prevalencia de *Salmonella* spp. (Delhalle, 2009; García-Feliz, *et al*, 2009).
- Lucha contra insectos y otros animales (Alban, 2005; Berenguer *et al*, 1996; Lo Fo Wong *et al*, 2002; Funk y Gebreyes, 2004, Citados por Mannion, 2008; (Delhalle, 2009; García-Feliz, *et al*, 2009).
- Limpieza y desinfección de instalaciones y equipos de cada lote (Berenguer *et al*, 1996. Lo Fo Wong *et al*, 2002; Funk y Gebreyes, 2004 citados por García-Feliz, *et al*, 2009; Hautekiet, 2008; Delhalle, 2009).
- Evitar la contaminación cruzada (Lo Fo Wong *et al.*, 2004, citado por Hautekiet, 2008). Por medio de baño antes de entrar en cada corral de

los cerdos, desinfección de botas por medio del pediluvio para evitar la propagación del agente patógeno (Morgan 1987; Amasa *et al.* 2000; Hautekiet, 2008)

- Uso de bebederos automáticos que evitan la contaminación del agua potable con materia fecal, además reduce el desperdicio, facilita la formación de los cerdos recién destetados a utilizar los bebederos y ofrece protección contra la transmisión de *Salmonella* spp. (Hald, 2003; Bahnson 2006; Hautekiet, 2008; García- Feliz, *et al*, 2009).
- La acidificación del agua potable (Goldbach, 2006; Delhalle, 2009; García-Feliz, *et al*, 2009) reduce la probabilidad de contaminación con *Salmonella* spp.
- La exclusión y el uso de pre y probióticos. (Delhalle, 2009, García-Feliz, *et al*, 2009).
- Utilización de alimentos Humedecidos, fermentados o acidificados.

Dinamarca cuenta con un programa de control de *Salmonella* spp. en carne de cerdo llamado "alimentar a la alimentación". Su objetivo es reducir los niveles de *Salmonella* spp. en carne de cerdo (Wegener, 2010), estableciendo estrategias para mejorar la gestión y la higiene de las materias primas empleadas para la alimentación animal.

Por esta razón se ha determinado que los concentrados mojados y fermentados tienen un efecto protector frente a *Salmonella* spp. (Stege, Jensen, Moller, Baekbo, y Jorsal, 2001, citado por Wegener, 2010; Goldbach, 2006; García-Feliz 2009; Binter 2010). En Otros estudios realizados por Boyen y Hautekiet en el 2008 se ha observado el efecto protector sobre los concentrados no granulados en

comparación con los granulados. Kjeldsen y Dahl 1999, citados por Wegener en el 2010 y Oliveira en el 2005 revelaron que un alimento con el grano grueso se digiere más lentamente que con un alimento más finamente granulado. Como resultado, algunos de los carbohidratos de los alimentos no granulados, se fermentan en el intestino grueso, formando ácidos grasos volátiles. Esto proporciona un ecosistema hostil para *Salmonella* spp. (Reid *et al.*, 1996, citado por Wegener, 2010). En cuanto al efecto beneficioso de la alimentación húmeda fue confirmada por estudios previos (Kranker *et al.* 2001; Beloeil *et al.*, 2004; Farzan *et al.*, 2006, citado por Wegener, 2010; Goldbach, 2006; García-Feliz, *et al.*, 2009; Binter 2010), y probablemente se debe a la producción de ácido láctico y ácido acético producido por bacterias productoras de ácido como resultado de la fermentación natural del proceso. Estos ácidos disminuyen el pH de los alimentos a un nivel en el cual las bacterias *Salmonella* spp. no se pueden multiplicar (van der Wolf *et al.*, 2001; WinCE van *et al.*, 2001, Citado por Wegener, 2010; Oliveira, 2005; García-Feliz, *et al.*, 2009; Binter, 2010).

Por otra parte, se recomienda que los corrales con animales de afectados por salmonelosis clínica, deben mantenerse en la granja, durante al menos 7 días ya que la bacteria persiste en los tejidos por lo menos una semana, lo que indica que deben tomarse precauciones especiales durante la beneficio de estos los animales. (Borch, 1996; Côté, 2004; Köfe, 2006).

5.3.2. Prevención y control de *Salmonella* spp. en el transporte

Es necesario implementar varias medidas de control que se pueden adoptar para prevenir la propagación de *Salmonella* spp. durante el transporte y permanencia en corrales:

- Debe evitarse la mezcla de cerdos de diferentes lotes (Delhalle, 2009) para prevenir la contaminación cruzada.
- Los cerdos deben estar limpios antes de ingresar a los camiones (sin residuos fecales en la piel) (Delhalle, 2009).
- Los cerdos deben manejarse con tanto cuidado como sea posible, para prevenir el estrés durante el transporte (Delhalle, 2009)
- Si es posible, los lotes de cerdos deben ser entregados directamente a la planta de beneficio y en diferentes camiones (Delhalle, 2009)
- Los camiones y corrales prebeneficio se deben lavar y desinfectar frecuentemente (Delhalle, 2009), aunque también se recomienda revisar constantemente los sistemas de lavados de camiones, lagunas de tratamiento de residuos, corrales y otras fuentes, ya que son contribuyentes potenciales a la exposición y difusión de *Salmonella* spp. en los sistemas comerciales de producción porcina (Dorr *et al.*, 2009).
- Realizar análisis bacteriológico del camión (ambiente).
- Se recomienda tomar muestras de los cerdos inmediatamente después de descargados para identificar a los cerdos contaminados con *Salmonella* spp. y que se determinen las precauciones necesarias para evitar contaminación cruzada en las plantas de beneficio (Rostagno, 2003).

5.3.3. Prevención y control de *Salmonella* spp. en el prebeneficio

Los corrales de prebeneficio desempeñan un papel importante en la contaminación cruzada entre los cerdos, por esta razón es necesario prestar especial atención en los procesos llevados a cabo para poder prevenir las causas que hacen que prevalezca la presencia de *Salmonella* spp. en los corrales prebeneficio. En consecuencia se han generado algunas recomendaciones que se deben tomar en cuenta como:

- Es importante evaluar la limpieza de los cerdos. Letellier en el 2009 realizó un estudio, donde se evaluó la limpieza de la piel del cerdo en la llegada a la planta de beneficio, por medio de la acumulación visible de material fecal en la superficie del cuerpo, donde más del 25% de los lotes presentaban la superficie del cuerpo cubierto de materia fecal, evaluando con esto el riesgo de contaminación por *Salmonella* spp. en las explotaciones, y se observó que los cerdos fueron positivos de un 20% - 40%.
- Posteriormente en un estudio realizado por Wegener en el 2010 se observó que el agua fría en el lavado de los animales vivos tenía efectos sobre la incidencia de *Salmonella* spp. ya que redujo la prevalencia de un 10% - 27% en esta etapa.
- Bolton en el 2002 recomienda la inclusión del clorato de sodio en la alimentación previa al beneficio para reducir los niveles de *Salmonella* spp. en el intestino (Anderson *et al.* 2001, citado por Bolton, 2002).
- Nowak en el 2007 recomienda no mezclar los cerdos que provengan de diferentes fincas e impedir el contacto entre ellos, para evitar la contaminación cruzada, posteriormente Delhalle en el 2009 realizó un estudio donde disminuyó el número de cerdos por corral logrando una reducción en la prevalencia de *Salmonella* spp.

- Los cerdos pueden ser infectados rápidamente, por esta razón se recomienda que los animales estén en los corrales pre-beneficio por un máximo de tiempo de 2 horas, para mejorar la calidad de la carne y a su vez es el lapso ideal para que los cerdos se recuperen del estrés ocasionado por el transporte (Warriss *et al.*, 1992, citado por Hurd, 2001; Hurd, 2002; Rostagno, 2003; Alban, 2005).
- Se requiere seguir un régimen de limpieza y desinfección de forma intensiva y de manera regular, es decir todos los días y después del beneficio de cada lote mantenido en el corral, para prevenir la acumulación de patógenos incluido *Salmonella* spp. (Côté, 2004; Nowak, 2007; Letellier, 2009; Duggan, 2010).
- En el suelo de los corrales puede haber acumulación de heces fecales, lo que facilita el proceso de contaminación por *Salmonella* spp. Por esta razón se recomienda lavar continuamente los corrales con agua fría a alta presión y se debe contar con suelos que tengan buen drenaje para facilitar la limpieza de los mismos (Rostagno, 2003).
- Se recomienda hacer análisis de la calidad microbiológica del agua potable disponible para los cerdos en pre-beneficio ya que ésta puede constituir una fuente importante de contaminación por *Salmonella* spp. (Rostagno, 2003). Bonardi en el 2003 recalcó la importancia de mantener a los cerdos en dieta hídrica, es decir solamente se les da agua pero no alimento en pre-beneficio.
- Adicionalmente es indispensable realizar pruebas para determinar la prevalencia de *Salmonella* spp. en los corrales, esto ayudara a establecer el grado de contaminación para aplicar métodos o estrategias con el fin de prevenirla y/o reducirla. Las muestras que se emplean con mayor regularidad

son: serología, agua potable, frotis en diferentes puntos de los pisos de los corrales, rampas y zonas de recepción, líquidos residuales y heces. (Rostagno, 2003; Letellier, 2009).

5.3.4. Prevención y control de *Salmonella* spp. en el beneficio

5.3.4.1. Insensibilización

- El área de insensibilización debe estar separada de las demás, para prevenir la contaminación cruzada, y debe contar con un sistema de insensibilización adecuado y de fácil manejo, aseo y desinfección para garantizar un buen estado sanitario.

5.3.4.2. Sacrificio

Para evitar la contaminación por *Salmonella* spp. en el proceso de sacrificio es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El sacrificio o la muerte del animal se produce por el corte de los grandes vasos del cuello que causan el desangramiento rápido. Esa operación se debe realizar con cuchillos higienizados y los cortes del cuello en las zonas establecidas (Caballero, 2008).
- El Diseño del sistema de riel en la línea de sacrificio debe evitar la contaminación cruzada por medio de un avance constante de las canales.

5.3.4.3. Desangrado

Para evitar la contaminación por *Salmonella* spp. en el proceso de desangrado es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- .La recolección se realizara de forma higienizada para depositarla en recipientes destinados a su almacenamiento y traslado con la protección sanitaria requerida (Caballero, 2008).
- Se recomienda no desangrar a un animal que haya muerto de forma natural ya que este puede generar problemas de salud y contaminación en la planta de beneficio en caso de estar enfermo.

5.3.4.4. Escaldado

Para evitar la contaminación por *Salmonella* spp. en el proceso de escaldado es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Es necesario que los animales que van a ser sumergidos en el tanque de escaldado estén limpios de heces ya que de lo contrario aumenta el riesgo de prevalencia de *Salmonella* spp. en el proceso de escaldado (Letellier, 2009).
- La aplicación del agua para el escaldado debe estar de 60-62°C. (Bolton, 2002). Por esta razón es necesario hacer el seguimiento continuo de la temperatura en el tanque de escaldado a fin de garantizar una temperatura constante de por lo menos 62°C ya que diferentes estudios sugieren que la supervivencia de *Salmonella* spp. en el tanque de escaldado aumenta cuando la temperatura está por debajo de 61°C. (Hald, T., 2003).

- Es necesario tener en cuenta que el agua utilizada en el proceso de escaldado debe estar libre de *Salmonella* spp. ya que se reduce la probabilidad de contaminación (Hald, 2003; Letellier, 2009).
- De igual manera se recomienda tomar muestras continuas del agua del tanque de escaldado para su análisis y así determinar la presencia de *Salmonella* spp. (Letellier, 2009) y evitar la contaminación de las canales.

5.3.4.5. Flameado

- Se recomienda prestar especial atención en los pliegues de la piel, oídos, etc. para lograr disminuir la prevalencia de *Salmonella* spp. en la canal (Alban, 2005)
- El escaldado y el flameado reducen el número de microorganismos presentes en la canal. Se sugiere un segundo flameado después de pulir, pero su eficacia dependerá del grado inicial de contaminación de la canal (Delhalle, L., 2009).
- En un estudio Borch E. en 1996 y Bonardi, S. en 2006, se estableció que el flameado y flameado se debe realizar de 800-900°C a 1000°C, respectivamente, por 10-15 segundos.

5.3.4.6. Pulido

- La limpieza y desinfección adecuadas de los equipos de pulido se deben realizar por lo menos una vez al día a fin de reducir el nivel de contaminación de la canal y en consecuencia, la prevalencia de *Salmonella*

spp. en la carne de cerdo (Hald, 2003). Se recomienda mayor frecuencia de lavado en los cuchillos para evitar la contaminación (Letellier, 2009).

- Es necesario tomar muestras de las hojas y mangos de los cuchillos para determinar la prevalencia de *Salmonella* spp. y evitar la contaminación cruzada (Letellier, 2009)

5.3.4.7. Evisceración

Torácico

Delhalle en el 2009 afirma que existe la probabilidad de reducción de la contaminación por *Salmonella* spp. en el proceso de evisceración, teniendo en cuenta las recomendaciones para este proceso.

- El Lavado y desinfección de la zona de evisceración podría disminuir la contaminación por *Salmonella* spp. (Delhalle, 2009).
- Letellier en el 2009 afirma que el lavado de los animales es beneficioso para la control de *Salmonella* spp. En general se recomienda el lavado de los cerdos antes y después de la evisceración para lograr reducir el nivel de la contaminación; también se sugiere el lavado o aspersion de los animales antes de ser sacrificados ya que esto podría disminuir la prevalencia de *Salmonella* spp. en la piel del cerdo.
- Alban en el 2005 recomienda antes de la evisceración amarrar y embolsar el recto para evitar derramamientos fecales y posteriormente realizar el retiro de lengua, esófago, laringe, tráquea, pulmones, corazón e hígado.

Con estas prácticas se estima que la contaminación cruzada podría reducirse 3,4%- 3,7%.

- Se recomienda esterilizar los cuchillos que se utilizan para extraer las amígdalas y otros tejidos, ya que es una de las principales fuentes de contaminación por *Salmonella* spp. (Vieira-Pinto, 2005; Oliveira 2010).
- Borch, 1996 y Vieira-Pinto en el 2005 recomiendan la remoción de la cabeza, proceso que debe llevarse a cabo en un mesa de trabajo independiente, en una habitación separada. Esta habitación, por tanto, se considera como una zona sucia.

Abdominal

Es importante recalcar que las operaciones en el beneficio porcino y especialmente en la evisceración puede reducir significativamente la prevalencia de *Salmonella* spp. por esta razón se recomienda:

- Aplicar buenas prácticas de higiene, limpieza y desinfección de los equipos utilizados en el proceso de evisceración pueden tener una profunda influencia en el nivel de contaminación de la canal (Sorensen *et al.*, 1999, citado por Bonardi, 2003).
- Se sugiere retirar el estómago con el tracto intestinal y cortar el esófago a la distancia correcta desde el estómago para evitar la ruptura del estómago y la contamine la canal, el hígado y el diafragma (Borch, 1996).
- El sellado del recto debe realizarse con bolsas plásticas o atar el intestino para evitar que se derrame la materia fecal, estos métodos pueden reducir el nivel de contaminación por *Salmonella* spp. de forma significativa (Borch, 1996;

Berends, 1998; Nielsen y Wegener, 1997, citado por Bonardi, 2003; Botteldoorn 2003; Hald, 2003; Delhalle, 2009) y se sugiere realizar la descontaminación después del beneficio. (Berends 1998; Swanenburg, 2001; Alban, 2005).

- Se recomienda garantizar la capacitación de los operarios para realizar la evisceración ya que cuando los intestinos son removidos, se corre el riesgo de hacer agujeros en el aparato digestivo y las heces fecales se extiende sobre la canal (Borch, 1996).
- Evitar realizar la evisceración del cerdo cuando este tenga el estómago lleno ya que puede presentarse mayor riesgo de perforación durante este proceso (Borch, 1996) Por esta razón se recomienda someter a los cerdos a una dieta hídrica en el periodo pre-beneficio.
- Realizar la recolección de muestras bacteriológicas de los cerdos tan pronto como sea posible después de la evisceración: por medio del tejido ciego, tracto gastrointestinal, íleon o el contenido de intestino o estómago. (Borch, 1996).
-

5.3.4.8. Carne en canal

- Uno de los métodos utilizados como estrategias de control para reducir *Salmonella* spp. es la descontaminación de la carne con la utilización de agua caliente a 80°C durante 15-18 segundos, inmediatamente antes de la refrigeración. Este método físico es aceptado por la unión Europea, (Stege, 2001; Bolton, 2002; Bonardi, 2003; Alban, 2005; Goldbach, 2006; Alban y Sørensen, 2009, Citados por Baptista, 2010) ya que se logra una reducción

en la prevalencia de *Salmonella* spp. aproximadamente de 90-97% (Jensen y Christensen, 2000, Citados por Stege, 2001). Aunque este proceso del lavado de las canales con agua caliente podría dar lugar a cambios de menor importancia como el color de la carne inmediatamente después de la descontaminación. Sin embargo, la carne está protegida por una membrana y hace que estos cambios sean reversibles y generalmente desaparecen después del enfriamiento (Stege, 2001; Pin, 2010).

Baptista, 2010 realizó un análisis de costo-beneficio comparando distintas estrategias de control de carne de cerdo y demostró que la descontaminación con agua caliente fue socio-económicamente más rentable (Goldbach y Alban, 2006; citado por Baptista, 2010). Adicionalmente se observó que la descontaminación con agua caliente es el método más eficaz para reducir *Salmonella* spp. (Lawson *et al.*, 2009; citado por Baptista, 2010). Sin embargo, la descontaminación utilizando este método implica grandes inversiones tanto en la adquisición de equipo, mantenimiento y requiere espacio. Para los pequeños planta de beneficios de descontaminación de agua caliente podría no ser rentable (Lawson *et al.* 2009; citado por Baptista, 2010).

- Otro proceso utilizado es la descontaminación de la canal utilizado ácido acético o láctico (Hurd, 2001; Alban, 2005). Sin embargo, esto no es aceptado actualmente en la Unión Europea ya que el uso de ácidos probablemente sólo son aceptados para la desinfección de herramientas (Stege, 2001; Bolton, 2002; Bonardi, 2003; van der Gaag, 2004; Alban, 2005). Pero Stege en el 2001 mencionó que las principales desventajas en la utilización del ácido acético son problemas con el entorno de trabajo y la corrosión de los equipos.

- Así mismo, otra alternativa de descontaminación es la utilización de vapor al vacío para eliminar la materia fecal visible en el canal (Jensen y Christensen, 2000; referenciado por Stege, 2001.). Esta es una tecnología que maneja vapor a 130 ° C y este elimina los microorganismos presentes en la superficie, adicionalmente el vapor al vacío parece ser relativamente uno de los métodos más baratos (Stege 2001; Delhalle, 2009).
- La implementación de programas de monitoreo durante y después del proceso de beneficio, mediante pruebas serológicas permiten identificar la presencia de anticuerpos de *Salmonella* spp en jugo cárnico o con muestras tomadas por fricción directamente de las canales (Botteldoorn, 2003). Actualmente los países como Dinamarca, Gran Bretaña, Irlanda y Alemania llevan a cabo este programa (Nielsen *et al.*, 2001; Davies *et al.*, 2004; la EFSA, 2006; Merle *et al.*, 2007; citados por Mannion, 2008; Nowak, 2007; Boyen, 2008; Wegener, 2010). (Nielsen *et al.*, 1995; Proux *et al.*, 2000, citados por Nowak, 2007).

5.3.4.9. Instalaciones y equipos de la planta de beneficio

- Se debe realizar un continuo control de la higiene en el planta de beneficio ya que puede generar un riesgo significativo de contaminación, con probabilidades más altas al final de la semana, posiblemente debido a una disminución en la higiene en las planta durante el transcurso de la semana. (McDowell *et al.*, 2007 citado por Baptista, F. M., 2010).
- Son necesarias acciones para el control de la temperatura en post-beneficio y puede llevarse a cabo mediante el examen de la temperatura de la carne a través de toda la cadena de producción (Delhalle, L., 2009).

- Se recomienda que los procedimientos normales de refrigeración sean de 3- 5° C durante 3 días en salas de almacenamiento (Swanenburg, 2001; Delhalle, 2009). Esta ayudará a evitar la contaminación por *Salmonella* spp. una vez se estabiliza la temperatura y el pH.
- Botteldoorn, 2003 recomienda la toma de muestras de instalaciones y utensilios esto permite verificar la presencia de *Salmonella* spp. para lograr evitar la contaminación cruzada de las canales.

5.3.4.10. Personal

Delhalle, 2009, afirmó que los parámetros establecidos en el proceso de manipulación son importantes para evitar contaminación cruzada y a la vez mantener el nivel de contaminación en un nivel tan bajo como sea posible. Por esta razón se sugiere tener en cuenta las siguientes medidas:

- La capacitación de los trabajadores es fundamental para evitar problemas en las diferentes etapas del beneficio porcino. (Borch, 1996). Adicionalmente es importante concientizar al personal ya ellos son los directamente responsables de la calidad e inocuidad de los productos debido a que pueden prevenir que los alimentos contaminados lleguen al consumidor (Delhalle, 2009).
- Bolton 2002 realizó un estudio donde demostró que evisceración realizada por personal bien entrenado que trabaja a su propio ritmo, reduce la incidencia de la perforación intestinal, lo que evita la contaminación de la canal.

- La contaminación de la canal se puede reducir significativamente cuando los operarios se lavan las manos frecuentemente y usan guantes de plástico completamente limpios y desinfectados y realizar las inspecciones de la carne de manera visual. (Borch, 2001; Alban, 2005; Duggan, 2010)

5.4. Recomendaciones de la granja al beneficio para la prevención y control de la contaminación de la carne en canal en Colombia

5.4.1. Producción primaria (granjas)

- Es necesario controlar estrictamente los sistemas de producción, especialmente en la llegada de nuevos cerdos a la granja ya que no todos los proveedores cumplen con las normas de higiene, (se recomienda que los lotes se manejen todos dentro todos fuera) adicionalmente es necesario realizar pruebas serológicas en los cerdos, para saber a cuál de ellos es preciso someterlo a cuarentena y así prevenir la contaminación por *Salmonella* spp.
- Se recomienda reducir el número de cerdos por corral ya que al haber aumento de temperatura y contacto con las heces, se incrementa la posibilidad de contaminación por *Salmonella* spp. Así mismo el suelo debe ser de rejilla total y los corrales deben ser aireados y tener paredes que impida el contacto nasal entre los cerdos.
- La eliminación de insectos y roedores disminuye la probabilidad de contaminación
- Realizar la limpieza y desinfección profunda de cada uno de los corrales ayuda a la eliminación de los microorganismos que afecten la salud de los cerdos.
- Evitar la contaminación cruzada, los operarios deben tener ciertas precauciones en el manejo de los corrales y los cerdos, como la adecuada utilización del pediluvio y deben bañarse y cambiar de uniforme antes de entrar a cada lote.
- En cuanto a la alimentación se recomienda suministrar a los animales alimento humedecidos, ya que se produce fermentación lo que evita la

multiplicación de microorganismos y en cuanto al consumo de agua se recomienda el sistema de bebederos automáticos ya que evita desperdicios y la transmisión de *Salmonella* spp.

5.4.2. Transporte

- Prevenir el estrés durante el manejo y transporte de los cerdos ya que reduce la prevalencia de *Salmonella* spp. Adicionalmente debe evitarse mezclar diferentes lotes de cerdos, para impedir la contaminación cruzada.
- Se recomienda bañar a los cerdos antes de ingresar a los camiones y entregar los lotes en la planta de beneficio directamente.
- Se recomienda tomar muestras de los camiones y de los cerdos inmediatamente después de descargados para identificar a los cerdos contaminados con *Salmonella* spp. y que se tomen las precauciones necesarias para evitar contaminación cruzada en las plantas de beneficio (Rostagno, 2003).

5.4.3. Prebeneficio

- Los animales de cada lote de producción debe ir debidamente identificado, adicionalmente se sugiere que cada lote debe estar separado y evitar el contacto con otros animales para evitar la contaminación cruzada.
- Para evitar la contaminación de los cerdos se recomienda que los animales permanezcan en los corrales pre-sacrificio máximo 2 horas, tiempo necesario para que los cerdos se recuperen del estrés ocasionado por transporte.

- Los corrales deben contar con buen drenaje para facilitar la limpieza de los mismos (todos los días de manera intensiva), de igual forma es necesario lavarlos continuamente con agua fría a alta presión.
- Es necesario someter a los animales que llegan a los corrales pre-beneficio a una dieta hídrica, para evitar que el estómago e intestinos estén llenos y facilite el rompimiento de estos en la evisceración, por esta razón se recomienda hacer análisis de la calidad microbiológica del agua potable disponible para los cerdos ya que ésta constituye una fuente importante de contaminación por *Salmonella* spp.
- Es importante realizar pruebas para determinar la prevalencia de *Salmonella* spp. en los corrales, estableciendo estrategias para evitar contaminación cruzada (agua potable, frotis en diferentes puntos de los pisos de los corrales, rampas, zonas de recepción, líquidos residuales y heces).

5.4.4. Beneficio

- Se recomienda la toma de muestra durante las diferentes etapas de beneficio porcino, para detectar la presencia de *Salmonella* spp. y así tomar las medidas necesarias para prevenir la contaminación cruzada.
- Para determinar la presencia de *Salmonella* spp. en carne de cerdo se recomienda hacer frotis en un área de 100 cm² en cada uno de los jamones, vientre y el cuello con una esponja de celulosa estéril humedecida.

5.4.4.1. Insensibilización

- Es necesario que el área de insensibilización este aislada para prevenir la contaminación cruzada.

5.4.4.2. Sacrificio

Se deben utilizar cuchillos que hallan sido higienizados correctamente para evitar la contaminación cruzada. El proceso de sacrificio debe llevarse a cabo con el objetivo de que se cause un desangramiento rápido.

5.4.4.3. Desangrado

- No se recomienda desangrar a un animal que haya muerto de forma natural ya que se pueden presentar problemas de contaminación.
- La sangre producto del procedimiento debe ser recolectada de forma correcta en recipientes higienizados para ser utilizada posteriormente para la fabricación de otros productos.

5.4.4.4. Escaldado

- Supervisar que los animales que van a ser sumergidos en el tanque de escaldado, haya sido sometidos a un proceso de lavado para disminuir el riesgo de prevalencia de *Salmonella* spp.
- El agua del tanque de escaldado debe estar por encima de 62°C. Por esta razón es necesario vigilarla constantemente. De igual forma, es preciso

garantizar que el agua utilizada se encuentra libre de *Salmonella* spp. realizando muestras y análisis para prevenir la probabilidad de contaminación cruzada.

5.4.4.5. Flameado

- Realizar el flameado a una temperatura de 800-1000°C, durante 10-15 segundos en cada zona de la canal, ayuda a elevar la temperatura en la superficie de la misma a 100°C aproximadamente, adicionalmente es necesario verificar los pliegues de la piel, oídos, patas, etc. para lograr disminuir la prevalencia de *Salmonella* spp. en la canal.
- Realizar un segundo flameado después de pulir, ayuda reducir la presencia de *Salmonella* spp.

5.4.4.6. Pulido

- Lavar y desinfectar frecuentemente los cuchillos y tomar muestras de las hojas y mangos de los mismos para determinar la prevalencia de *Salmonella* spp. y evitar la contaminación cruzada.
- Realizar limpieza y desinfección profunda de los equipos de pulido (una vez al día) esto ayuda a reducir el nivel de contaminación de la canal porcina por la presencia de *Salmonella* spp.

5.4.4.7. Evisceración

- Lavar la zona de evisceración y los animales antes y después de este proceso, para reducir la contaminación por *Salmonella* spp.

- Realizar la recolección de muestras microbiológicas y determinar por medio de análisis la contaminación por *Salmonella* spp. en los diferentes órganos, para tomar las medidas necesarias y evitar la contaminación cruzada (extracción de cabeza, órganos o tejidos).
- Lavar y desinfectar adecuadamente, las herramientas y equipos empleados en la evisceración para prevenir la contaminación (por medio de agua caliente 82°C)
- Es necesario capacitar a los diferentes operarios sobre la importancia del lavado frecuente de manos, prestar especial atención en los diferentes órganos que puedan tener rupturas o derramamientos y contaminar la canal (retirar el estómago con el tracto intestinal, evitar evisceración si el estómago del cerdo está lleno, cortar el esófago, sellado del recto o atado de intestino, etc.)
- Se recomienda realizar programas constantes de pruebas microbiológicas, en sangre, heces, piel, jugo de la carne, o frotis en el interior y exterior del jamón, cuello y líneas de incisión, para determinar la presencia de *Salmonella* spp. y evitar el riesgo de transmisión o contaminación en la planta de beneficio.
- Es necesario la utilización de guantes estériles que se deberán cambiar después de realizar cada toma de muestras para garantizar la veracidad de la prueba.

5.4.4.8. Canal

- Para reducir o eliminar *Salmonella* spp. en la carne de cerdo se pueden emplear diferentes métodos, como:
 1. La utilización de agua caliente a 80°C durante 15-18 segundos, antes de la refrigeración (método más socio-económico y eficaz para reducir

Salmonella spp.) Aunque para plantas de beneficio pequeñas no es rentable por costo de equipos, mantenimiento y espacio.

2. El vapor al vacío a 130° C para eliminar la materia fecal visible y los microorganismos presentes en la superficie de la canal. (Método económico).

5.4.4.9. Instalaciones y equipos de la planta de beneficio

- En el marco de implementación de buenas prácticas, es necesario llevar control permanente de higiene y temperatura de todos los equipos y utensilios durante la toda la cadena de producción
- Para los equipos, las maquinas, las hojas y bases de cuchillos, es necesario realizar un programa de monitoreo, esto permite verificar la presencia de de *Salmonella* spp. para prevenir la contaminación cruzada de las canales y la implementación de programas de prevención y control.
- Utilizar cuchillos diferentes, en cada cambio de operación o tarea realizada por el trabajador u operario, lavados y desinfectados correctamente.

En las tabla 15 y 16 se presentan algunas medidas preventivas y correctivas orientadas a disminuir la presencia de *Salmonella* spp durante la cadena productiva porcícola colombiana teniendo en cuenta las diferentes etapas y subetapas.

TABLA 15 - Recomendaciones Preventivas y correctivas para la cadena productiva porcícola colombiana durante la producción primaria, transporte y prebeneficio

ETAPA / SUBETAPA	RECOMENDACIÓN
PRODUCCION PRIMARIA (Granjas)	Controlar el ingreso de nuevos lechones y cerdas a la granja.
	Suelo de los corrales en rejilla totalmente.
	Barreras que impidan el contacto nasal entre cerdos.
	Reducir el número de cerdos por corral
	Utilización de prediluvio, baño y cambio de uniforme del personal, antes de entrar a cada lote
	Suministrar alimentos humedecidos y bebederos automáticos
	Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (aseguramiento integrado de fincas)
TRANSPORTE	No mezclar cerdos de diferentes lotes.
	Bañar los cerdos antes de ingresar a los camiones.
	Reducir el estrés por manejo antes, durante y después del transporte
	Realizar análisis bacteriológico de los camiones
PREBENEFICIO	Separar los lotes de cerdos
	Los animales de cada lote deben estar debidamente identificados y registrados.
	Los cerdos deben permanecer máximo 2 horas en los corrales.
	Someter a los animales a dieta hídrica.
	Los corrales deben contar con buen drenaje que facilite la limpieza.
	Lavar los corrales con agua fría a alta presión.
	Realizar análisis de la calidad microbiológica del agua para determinar la prevalencia de <i>Salmonella</i>

TABLA 16 - Recomendaciones Preventivas y correctivas para la cadena productiva porcícola colombiana durante el beneficio.

ETAPA / SUBETAPA		RECOMENDACIÓN
Beneficio	Sacrificio	Realizar pruebas microbiológicas al animal antes de ser sacrificado.
		Se debe garantizar la higienización continua de los cuchillos y demás implementos utilizados en esta etapa para prevenir la contaminación cruzada
		Animales contaminados deben ser sacrificados al final de la jornada.
	Escaldado	La temperatura del agua del tanque de escaldado de ser superior a 62°C y esta se debe monitorear continuamente.
	Flameado	Durante el flameado no olvidar los pliegues de la piel, oídos, patas.
	Pulido	Lavar y desinfectar frecuentemente los cuchillos y realizar el monitoreo microbiológico constante de equipos y utensilios
	Evisceración	Lavar la zona de evisceración antes de cada proceso.
		Sellar el recto o atar el intestino para evitar fugas.
		Lavado permanente de las manos del personal.
	Canal	Lavado con agua a 80°C durante 15-18 segundos antes de la refrigeración.
		Prestar especial atención a la ruptura los órganos
	Instalaciones y equipos	Realizar limpieza profunda a los equipos una vez al día.
		Garantizar el lavado y desinfección de las herramientas y equipos
		Controlar de forma permanente la higiene y la temperatura durante toda la cadena de producción.
	General	Realizar un programa de monitoreo microbiológico durante todo el proceso
		Implementar programas de Buenas Prácticas de Manufactura, HACCP o cualquier otro sistema que permita garantizar la calidad e inocuidad del proceso (ISO 9000 o ISO 22000)

6. RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

- Teniendo en cuenta las recomendaciones realizadas en esta investigación se debe propender por la realización de programa y proyectos que permitan garantizar la calidad e inocuidad de la carne de cerdo.
- La industria porcícola debe realizar programas de monitoreo, prevención y control de *Salmonella* spp en cada una de las etapas de la cadena productiva, para garantizar el cumplimiento normativo y el mejoramiento de la competitividad de la cadena.
- Se sugiere realizar la verificación de cada una de las recomendaciones realizadas para la prevención y control de *Salmonella* spp. en el ámbito colombiano para lograr la validación y /o modificación de las mismas.
- Se recomienda para futuros trabajos, realizar la proyección financiera de la implementación de las recomendaciones para la prevención y control de *Salmonella* spp. en la industria porcícola.
- Se requiere realizar la divulgación sobre las repercusiones económicas, sociales, sanitarias, etc. de *Salmonella* spp y sobre las recomendaciones de prevención y control, con las piezas comunicativas apropiadas para cada uno de los actores de la cadena productiva (conferencias, posters, cartillas, artículos)

7. CONCLUSIONES

- La implementación de las recomendaciones diseñadas en el presente trabajo en la industria porcícola en el ámbito nacional ayudará a garantizar la calidad e inocuidad de los productos de la cadena productiva porcícola colombiana.
- Para garantizar la inocuidad de la carne porcina con referencia a la presencia de *Salmonella* spp., la prevención y control debe realizarse en cada una de las etapas que involucra la cadena productiva: prebeneficio (producción primaria, transporte y permanencia en corrales prebeneficio) durante el beneficio (sacrificio y faenado) y durante el posbeneficio (transporte, transformación, venta y consumo).
- La inocuidad de la carne porcina debe garantizarse bajo el concepto de “*De la granja a la mesa*”, aplicando medidas de prevención y control en cada uno de los eslabones de la cadena porcícola. En el escenario actual es de gran valor el monitoreo del microorganismo en cada una de las etapas.
- Los actores involucrados en cada uno de los eslabones de la cadena porcícola tienen gran responsabilidad en la calidad microbiológica de la carne de cerdo, por esto es necesario realizar un sistema integrado de prevención y control para lograr obtener un producto inocuo, con la participación de las autoridades, los gremios, la industria y el sector académico.
- Se requiere la aplicación de sistemas de gestión de calidad e inocuidad en cada uno de los eslabones de la cadena porcícola, Buenas Prácticas Agrícolas, Buenas Prácticas de Manufactura, HACCP (análisis de riesgos y

control en puntos críticos), así como otras medidas de adopción voluntaria como ISO 9000 o ISO 22000 que es específica para alimentos.

- Los resultados obtenidos en este estudio son de gran utilidad para el personal que participa en los procesos de pre-beneficio y post-beneficio porcino y para las autoridades de salud pública ya que se establecen estrategias y recomendaciones para la prevención y control de *Salmonella* spp. que contribuirán a reducir significativamente la prevalencia de la bacteria.
- El esfuerzo dirigido e integrado, para el control de *Salmonella* spp. desde la producción primaria (la granja), puede reducir notablemente la incidencia de salmonelosis en humanos, lo que a su vez mejoraría la calidad de la carne de cerdo para poder ser exportada.

8. REFERENCIAS

Alban, L. and K. D. C. Stärk (2005). "Where should the effort be put to reduce the *Salmonella* prevalence in the slaughtered swine carcass effectively?" *Prev Vet Med* 68(1): 63-79.

Anonymous. (2008). A quantitative microbiological risk assessment on *Salmonella* in meat 1: source attribution for human salmonellosis from meat. *European Food Safety Authority "EFSA" J.*, 1–32.

Arnold, T., H.C. Scholz, H. Marg, (2004). Impact of InvA-PCR and culture detection methods on occurrence and survival of *Salmonella* in the flesh, internal organs and lymphoid tissues of experimentally infected pigs. *J. Vet Med. B.* 51, 459–463.

Bahnson, P. B., P. J. Fedorka-Cray, *et al.* (2006). Herd-level risk factors for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* in U.S. market pigs. *Prev Vet Med* 76(3-4): 249-262.

Baptista, F. M., J. Dahl, *et al.* (2010). Factors influencing *Salmonella* carcass prevalence in Danish pig abattoirs. *Prev Vet Med.* 95(3-4): 231-238.

Benitez de A. Candida M; Bautista G. Claudia M. (2010) Tesis. Determinación de la calidad microbiologica de frutas comercializadas en el interior y alrededores de la Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador. Centro America.

Berends BR, van Knapen F, Mossel DAA, Burt SA, Snijders JMA (1998) Impact on human health of *Salmonella* spp. spp. on pork in The Netherlands and the

anticipated effects of some currently proposed control strategies. *Int J Food Microbiol*, 44:3, pp.219-229

Berends, B.R., Van Knapen, F., Mossel, D.A., Burt, S.A., Snijders, J.M. (1998), *Salmonella* spp. on pork at cutting plants and at the retail level and the influence of particular risk factors. *Int J Food Microbiol* 44, (207–217)

Berends, B.R., Van Knapen, F., Mossel, D.A., Burt, S.A., Snijders, J.M. (1998), "Impact on human health of *Salmonella* spp. on pork in The Netherlands and the anticipated effects of some currently proposed control strategies". *Int J Food Microbiol* 44 (219–229).

Bergin, D., Gonzales-Barron, U., Butler, F. (2007) "Prevalence of *Salmonella* spp. during pork processing in Ireland" *Food Sci. Vet. Med.*

Binter, C., J. M. Straver, *et al.* (2010) "Transmission and control of *Salmonella* in the pig feed chain: A conceptual model." *Int J Food Microbiol*.

Boletín Epidemiológico de la Comunidad de Madrid nº 3 vol. 10, marzo 2004. Laboratorio De Vigilancia Sanitaria (Visavet), Departamento De Sanidad Animal Facultad De Veterinaria, Universidad Complutense.

Bolton, D. J., Harrington, D., *et al.* (2002) "Washing and chilling as critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point (HACCP) systems". *J Appl Microbiol* 92, (893–902).

Bonardi, S., F. Brindani, *et al.* (2003). "Detection of *Salmonella* spp., *Yersinia enterocolitica* and verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 in pigs at slaughter in Italy." *Int J Food Microbiol* 85(1-2): 101-110.

Borch, E., Nesbakken, T., Christensen, H. (1996). "Hazard identification in swine slaughter respect to foodborne bacteria" *Int J Food Microbiol.* 30 (9-25).

Botteldoorn, N., L. Herman, *et al.* (2003), "*Salmonella* on pig carcasses: positive pigs and cross contamination in the slaughterhouse" *J Appl Microbiol.* 95 (891–903).

Botteldoorn, N., L. Herman, *et al.* (2004). "Phenotypic and molecular typing of *Salmonella* strains reveals different contamination sources in two commercial pig slaughterhouses." *Appl Environ Microbiol* 70(9): 5305-5314.

Botteldoorn, N., Durieux, J., Pochet, B., Dierick, K. (2007) Reported food-borne outbreaks in Belgium in 2006. In: Liege, U.O. (Ed.), Twelfth Conference on Food Microbiol. University of Liege, Liege, p. 124.

Boughton, C., Leonard, N., *et al.* (2007). "Rapid Infection of Pigs Following Exposure to Environments Contaminated with Different Levels of *Salmonella* Typhimurium" *Foodborne Pathog Dis* . Volume 4, Number 1.

Boyen F, F. Haesebrouck , D. Maes , F. Van Immerseel, R. Ducatelle, F. asmans, (2008) Non-typhoidal *Salmonella* infections in pigs: A closer look at epidemiology, pathogenesis and control, ScienceDirect, *Vet Microbiol.* 130 1–19

Boyen, F., F. Haesebrouck, *et al.* (2008). "Non-typhoidal *Salmonella* infections in pigs: A closer look at epidemiology, pathogenesis and control." *Vet Microbiol* 130(1-2): 1-19.

Caballero Torres, A. (2008) *Temas de Higiene de los alimentos*. Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. Editorial Ciencia Médicas. La Habana.

Codex Alimentario, Comité de Higiene de Alimentos del Códex Sesión No 32 Washington D.C., 29 Nov. – 4, Dic. 1999.

Conpes 3375, Departamento Nacional de Planeación, República de Colombia Bogotá, D.C., SEPTIEMBRE 1 de 2005.

Costalunga, S., & Tondo, E. (2002). Salmonellosis in Rio Grande do Sul 1997–1999, *Brazilian J Microbiol*, 33, 342–346.

Côté, S., A. Letellier, *et al.* (2004). "Distribution of *Salmonella* in tissues following natural and experimental infection in pigs." *Can J Vet Res* 68(4): 241-248.

De Busser, E. V., D. Maes, *et al.* (2011). "Detection and characterization of *Salmonella* in lairage, on pig carcasses and intestines in five slaughterhouses." *Int J Food Microbiol* 145(1): 279-286.

Delgado Rodríguez Miguel, Palma Pérez Silvia (2006)., Aportaciones De La Revisión Sistemática Y Del Metaanálisis A La Salud Pública., *Rev Esp Salud Pública* Nº 5; 80: 483-489.

Delhalle, L., C. Saegerman, *et al.* (2009). "*Salmonella* surveillance and control at post-harvest in the Belgian pork meat chain." *Food Microbiol* 26(3): 265-271.

Delhalle, L., C. Saegerman, *et al.* (2009). "Assessing interventions by quantitative risk assessment tools to reduce the risk of human salmonellosis from fresh minced pork meat in Belgium." *J Food Prot.* 72(11): 2252-2263.

Duggan, S. J., C. Mannion, *et al.* (2010). "Tracking the *Salmonella* status of pigs and pork from lairage through the slaughter process in the republic of Ireland." *J Food Prot* 73(12): 2148-2160.

Egger M., Smith G., and Rourke K.(2001) Rationale, potentials and promise of systematic reviews. In: Systematic Reviews in Health Care. Meta-analysis in context, edited by Egger M., Smith G., and Altman D., London: BMJ, 2001, p. 3-19.

Espinal Marin Paula, Edgar Prieto Suárez, Vanessa Otero Jiménez, Consultado (2009) presencia del gen de invasividad inv a en cepas de *Salmonella* spp. Aisladas de alimentos del caribe colombiano, universidad de córdova, montería, Colombia.

FAO, OMS, (2005). Estudios agropecuarios, Organización Mundial de la Salud, Ginebra. Biotecnología moderna de los alimentos, salud y desarrollo humano: estudio basado en evidencias. Departamento de inocuidad de los alimentos. Organización mundial de la salud

FAO, Fundación internacional Carrefour, Producción y sanidad animal, (2007). Manual Buenas practicas para la industria de la carne, Organización de las naciones Unidas para la agricultura y alimentación, Roma.

FAO.(1998). Food quality and safety systems.A training manual on food hygiene and the Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system.FAO Agricultural Policy and Economic Development Series 4. Rome.

Fernández Salazar, Karen Andrea (2005) Tesis. Control bacteriológico de huevos provenientes de crianza artesanal, a la venta en el mercado municipal de Chillán. Universidad De Concepción, Facultad De Medicina Veterinaria.

Flores Castro Ricardo (1981), Epizootiología de la Salmonelosis en bovinos, porcinos y aves. Departamento de bacteriología, Instituto Nacional de Investigaciones pecuarias, México

Fredriksson-Ahomaa, M., Hielm, S., Korkeala, H., (1999). High prevalence of yadA-positive *Yersinia enterocolitica* in pig tongues and in minced meat at the retail level in Finland. *J Food Prot* 62, 123– 127.

Gaag Van Der, Saatkamp, Van boven, m.; Van beck, Huirne, (2005). A state-transition simulation model for the spread of *Salmonella* in the pork supply chain. *Eur J Oper Res* , v. 156, p. 782-798.

García-Feliz, C., A. Carvajal, *et al.* (2009). "Herd-level risk factors for faecal shedding of *Salmonella enterica* in Spanish fattening pigs." *Prev Vet Med* 91(2-4): 130-136.

Geimba, M. P., Tondo, E. C., Oliveira, F. A., Canal, C. W., & Brandelli, A. (2004). Serological characterization and prevalence of *spvR* genes in *Salmonella* isolated from foods involved in outbreaks in Brazil. *J Food Prot*, 67, 1229–1233.

Goldbach, S.T., Alban, L. (2006) "A cost–benefit analysis of *Salmonella*-control strategies in Danish pork production". *Prev Vet Med* 77, (1–14)

Hald, T., A. Wingstrand, *et al.* (2003). "The occurrence and epidemiology of *Salmonella* in European pig slaughterhouses." *Epidemiol Infect* 131(3): 1187-1203.

Hautekiet, V., V. Geert, *et al.* (2008). "Development of a sanitary risk index for *Salmonella* seroprevalence in Belgian pig farms." *Prev Vet Med* 86(1-2): 75-92.

Hennet José Faria; Cnnon, G. (2007) Aspectos importantes en la conservación y empaques para carnes frescas. Departamento de bromatología y tecnología de los alimentos. Maracaibo.

Hurd, H.S., J. D. McKean, *et al.* (2001). "Rapid infection in market-weight swine following exposure to a *Salmonella* Typhimurium-contaminated environment". AJVR, Vol 62, No. 8.

Hurd, H. S., J. D. McKean, *et al.* (2002). "*Salmonella* enterica infections in market swine with and without transport and holding." Appl Environ Microbiol 68(5): 2376-2381.

ISO (international Standar Oficce) 6579 de Métodos para el aislamiento de *Salmonella* spp. en alimentos, 2002.

Kleter, G.S., Marvin, J.P. (2009). "Indicators of emerging hazards and risks to food safety" Food Chem Toxicol 47, (1022–1039).

Köfer, J., U. Kleb, *et al.* (2006). "The Styrian *Salmonella* Monitoring Programme for pork production." J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health 53(5): 209-212.

Letellier, A., G. Beauchamp, *et al.* (2009). "Risk factors at slaughter associated with presence of *Salmonella* on hog carcasses in Canada." J Food Prot 72(11): 2326-2331.

Magistrali, C., A. M. Dionisi, *et al.* (2008). "Contamination of *Salmonella* spp. in a pig finishing herd, from the arrival of the animals to the slaughterhouse." Res Vet Sci 85(2): 204-207.

Lozano Juan M., (2005)., De patos, gansos y cisnes. Revisiones narrativas, revisiones sistemáticas y meta-análisis de la literatura., About ducks, geese and swans. Stories reviews, systematic reviews and meta-analysis of the literatura., Acta médica colombiana vol. 30 n° 1

Mannion Celine, John Egan, Brendan P. Lynch, Seamus Fanning, and Nola Leonard, (2008). An Investigation into the Efficacy of Washing Trucks Following the Transportation of Pigs—A *Salmonella* Perspective, Foodborne Pathog Dis, Volume 5, Number 3.

Meyer, C., S. Thiel, *et al.* (2010). "*Salmonella* in raw meat and by-products from pork and beef." J Food Prot 73(10): 1780-1784.

Mejía Wagner DC. (2007). Tesis. "Aplicación de métodos microbiológicos en planta de beneficio para la detección de *Salmonella* sp. en canales porcinas". Pontificia Universidad Javeriana.

Mora Matias AD. (2003). Tesis. Evaluación de la prevalencia de *Salmonella* sp. en jugos cárnicos de porcinos sacrificados en las plantas de beneficio de Bogota D.C. Pontificia Universidad Javeriana

Morgan, I.R., Krautil, F.L., Craven, J.A. (1987), "Effect of time in lairage on caecal and carcass *Salmonella* contamination of slaughter pigs" Epidemiol Infect, Vol. 98, No. 3. pp. 323-330.

Nowak, B., T. von Müffling, *et al.* (2007). "*Salmonella* contamination in pigs at slaughter and on the farm: A field study using an antibody ELISA test and a PCR technique." Int J Food Microbiol 115(3): 259-267.

Oliveira, C. J. B., L. F. O. S. Carvalho, *et al.* (2005). "Prevalence of pigs infected by *Salmonella* Typhimurium at slaughter after an enterocolitis outbreak." Int J Food Microbiol 105(2): 267-271.

Oliveira, M., M. Vieira-Pinto, *et al.* "Occurrence of *Salmonella* spp. in samples from pigs slaughtered for consumption: A comparison between ISO 6579:2002 and 23S rRNA Fluorescent In Situ Hybridization method." *Food Res Int.*

Ortiz Zulma (2002)., ¿Qué Son Las Revisiones Sistemáticas?, Centro Argentino de la Colaboración Cochrane Iberomaericana.

Otero Caballeira Andrés, Margarita Arboix Arzo, Albert Bosch Navarro, Maria Luisa García López, (2007). Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación con una petición planteada por el Director Ejecutivo de la Agencia acerca del establecimiento de un criterio microbiológico para *Salmonella* spp. en los huevos destinados al consumo directo Número de referencia: AESAN- 2007-008, Documento aprobado por el Comité Científico, en sesión plenaria de 14 de noviembre.

OMS, David Heymann, (2002). Foro mundial fao/oms de autoridades de reglamentación sobre inocuidad de los alimentos Marrakech, Marruecos, 28 - 30 de enero.

OMS, FAO. (Consultada 2011) Garantía de la inocuidad y calidad de los alimentos: Directrices para el fortalecimiento de los sistemas nacionales de control de los alimentos, Publicación conjunta. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Pin, C., G. Avendaño-Perez, *et al.* "Modelling *Salmonella* concentration throughout the pork supply chain by considering growth and survival in fluctuating conditions of temperature, pH and aw." *Int J Food Microbiol.*

Prendergast, D. M., S. J. Duggan, *et al.* (2009). "Prevalence, numbers and characteristics of *Salmonella* spp. on Irish retail pork." *Int J Food Microbiol* 131(2-3): 233-239.

Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias, Comité del CODEX sobre higiene de los alimentos. Documento de debate sobre las directrices para la aplicación de los principios generales de higiene de los alimentos para el control basado en el riesgo de *Salmonella* spp en los pollos de engorde. Trigésima séptima reunión Buenos aires, argentina, del 14 al 19 de marzo de 2005.

R. Fries, (2002). Reducing *Salmonella* spp. transfer during industrial poultry meat production, Institute of Meat Hygiene and Technology, Free University of Berlin, Brümmerstr.10, 14195 Berlin, Germany, e-mail: fries@zedat.fu-berlin.de

Resolución 4282. (2007). Reglamentación del decreto 1500.

Rostagno, M. H., H. S. Hurd, *et al.* (2003). "Preslaughter holding environment in pork plants is highly contaminated with *Salmonella* enterica." *Appl Environ Microbiol* 69(8): 4489-4494.

Sanchez, J., I. R. Dohoo, *et al.* (2007). "Factors influencing the prevalence of *Salmonella* spp. in swine farms: A meta-analysis approach." *Prev Vet Med*. 81(1-3 SPEC. ISS.): 148-177.

Stege, H., J. Christensen, *et al.* (2001). "Data-quality issues and alternative variable-screening methods in a questionnaire-based study on subclinical *Salmonella* enterica infection in Danish pig herds." *Prev Vet Med* 48(1): 35-54.

Swanenburg, M., P. J. Van der Wolf, *et al.* (2001). "*Salmonella* in slaughter pigs: The effect of logistic slaughter procedures of pigs on the prevalence of *Salmonella* in pork." *Int J Food Microbiol* 70(3): 231-242.

Tokumaru, M., H. Konuma, M. Umesako, S. Konno, and K. Shinagawa, (2004). Rates of detection of *Salmonella* and *Campylobacter* in meats in response to the sample size and the infection level of each species. *Int. J. Food Microbiol.* 13, 41–46. 1990 Vargas Rodríguez Raymundo, Georgina Peña Durán, MVZ, Salmonelosis porcina, No. 3 SEPTIEMBRE.

Valls Camps, N. *et al*, Aturdimiento Y Sacrificio, Consultado 2011.

Van der Gaag, M. A., H. W. Saatkamp, *et al.* (2004). "Cost-effectiveness of controlling *Salmonella* in the pork chain." *Food Control* 15(3): 173-180.

Van der Gaag, H.W. Saatkamp, F. Vos, M. van Boven P. van Beek, (2005)." and R.B.M. Huime', Simulation of the epidemiology of *Salmonella* spp. in the pork supply Caín.

Van der Wolf, P.J., Tielen, M.J.M. *et al*, (2001) "*Salmonella* seroprevalence at the population and herd level in pigs in The Netherlands". *Vet Microbiol* 80.171-184.

Vieira-Pinto, M., Temundo, P., Martins, C. (2005). "Occurrence of *Salmonella* in the Ileum, Ileocolic Lymph Nodes, Tonsils, Mandibular Lymph Nodes and Carcasses of Pigs Slaughtered for Consumption" *J. Vet. Med. B* 52, 476–481.

Wegener, H.C. (2009), "Danish initiatives to improve the safety of meat products". *Meat Sci.* 84, (276-283).

Wong, T. L., S. MacDiarmid, *et al.* (2009). "*Salmonella*, *Escherichia coli* O157:H7 and *E. coli* biotype 1 in a pilot survey of imported and New Zealand pig meats." *Food Microbiol* 26(2): 177-182.

Zweifel, C., D. Baltzer, *et al.* (2005). "Microbiological contamination of cattle and pig carcasses at five abattoirs determined by swab sampling in accordance with EU Decision 2001/471/EC." *Meat Sci.* 69(3): 559-566.