



PERFIL DE RIESGO  
**SENASA 2022**

***Salmonella* spp**  
**(no tifoidea) en carne**  
**de aves de corral y**  
**cerdo, Perú**



## Resumen Ejecutivo

Elaborado por la “Unidad de Evaluación de Riesgos de Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos” del SENASA

La salmonelosis por *Salmonella* no tifoidea (SNT) es una de las principales enfermedades transmitidas por alimentos. En la carne de pollo y cerdo se han detectado diferentes serovares de SNT, principalmente *S. Enteritidis* y *S. Typhimurium*. La salmonelosis causa una gastroenteritis autolimitada, sin embargo, en niños y personas inmunocomprometidas se pueden presentar síntomas graves que requieren de tratamiento y hospitalización. Además, se asocia al Síndrome del Intestino Irritable (SII) y Artritis reactiva (Are) ya que se reporta su presentación después de una infección por SNT. Así mismo, puede causar infecciones extraintestinales como bacteriemia y meningitis. Entre las características de SNT, crece a una temperatura óptima de 37°C, a pH 6.5-7.8 y actividad de agua (aw) de 0.99. Las rutas de transmisión son por el consumo de alimentos contaminados, contacto con animales positivos y aguas con fines recreacionales. En el país se reportó una prevalencia del 48.71% de *Salmonella* spp en granjas avícolas dedicadas a la producción de carne y *S. Infantis* (91.43%) fue el serovar detectado principalmente. También se aisló en centros de beneficio clandestinos, tanto en canales evisceradas (25.6%) y no evisceradas (21.3%). En el caso de la producción porcina, se describe su presencia en canales (6.3%) recolectadas de camales, siendo *S. Derby* el único serovar detectado.

# TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. DECLARACIÓN DEL PELIGRO</b>	7
<b>2. IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO</b>	8
2.1 El patógeno	8
2.2 <i>Salmonella</i> spp	8
2.2.1 Características de crecimiento y sobrevivencia	8
2.2.2 Inactivación	9
2.3 Fuentes y vías de transmisión	9
2.4 Métodos de tipificación/identificación	10
2.5 El alimento	10
2.5.1 El suministro de alimento en Perú	10
2.5.1.1 Producción aviar y porcina	10
2.5.1.2 Exportaciones	11
2.5.1.3 Importaciones	11
2.5.1.4 Disponibilidad	11
2.6 Situación de <i>Salmonella</i> spp en la cadena de producción aviar y porcina a nivel internacional	12
2.6.1 Comportamiento de <i>Salmonella</i> spp en aves de corral en la granja	12
2.6.2 Comportamiento de <i>Salmonella</i> spp en aves de corral: Faena, procesamiento primario y secundario	12
2.6.3 Comportamiento de <i>Salmonella</i> spp durante la preparación y cocción: carne de pollo	13
2.6.4 Comportamiento de <i>Salmonella</i> spp en cerdos en la granja	13
2.6.5 Comportamiento de <i>Salmonella</i> spp en el cerdo: Faena, procesamiento primario y secundario	13
2.6.6 Comportamiento de <i>Salmonella</i> spp durante la preparación y cocción: carne de cerdo	14
2.6.7 Post procesamiento y retail	14
2.7 Situación de <i>Salmonella</i> spp en la cadena de producción aviar a nivel nacional	15
2.7.1 <i>Salmonella</i> spp a nivel de granjas	15
2.7.2 Situación de <i>Salmonella</i> spp a nivel de plantas faenadoras	15
2.7.3 Situación de <i>Salmonella</i> spp a nivel de retail	16
2.8 Situación de <i>Salmonella</i> spp en la cadena de producción porcina a nivel nacional	16
2.8.1 <i>Salmonella</i> spp a nivel de granjas	16
2.8.2 Situación de <i>Salmonella</i> spp a nivel de plantas faenadoras	16
2.8.3 Situación de <i>Salmonella</i> spp a nivel de retail	16
<b>3. EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS ADVERSOS PARA LA SALUD</b>	17
3.1 Características de la enfermedad	17
3.2 Dosis respuesta	17
3.3 Información de brotes en Perú y vigilancia en salud humana	17
3.3.1 Salmonelosis en Perú	17
3.3.2 Vigilancia de Brotes ETA	18
3.3.3 Estudios de caso-control y factores de riesgo	19
3.3.4 Estudios de atribución	19

3.4 Efectos adversos para la salud internacional .....	19
3.4.1 Incidencia .....	19
3.4.2 Estudios de atribución internacionales .....	19
3.5 Carga de Salud de <i>Salmonella</i> spp .....	20
<b>4 EVALUACIÓN DEL RIESGO</b> .....	21
4.1 Evaluación de la exposición .....	21
4.1.1 Consumo de carne de pollo y cerdo .....	21
4.1.2 Tasa de crecimiento durante el almacenamiento y tiempo más probable de almacenaje: carne de pollo .....	21
4.1.3 Tratamiento por calor: carne de pollo .....	22
4.1.4 Tasa de crecimiento durante el almacenamiento y tiempo más probable de almacenaje: carne de cerdo .....	22
4.1.5 Tratamiento por calor: carne de cerdo .....	23
4.1.6 Conclusión de la Evaluación de Exposición .....	24
4.2 Evaluación de riesgo existentes .....	24
4.3 Estimación cualitativa del riesgo para Perú .....	24
4.3.1 Riesgo asociado con carne de pollo y cerdo .....	24
4.3.2 Riesgo asociado con otros alimentos .....	24
<b>5 DISPONIBILIDAD DE MEDIDAS DE CONTROL</b> .....	25
5.1 En la granja .....	25
5.2 En la planta .....	26
5.3 En distribución y puntos de venta .....	27
5.4 En el hogar .....	27
<b>6 BRECHAS DE INFORMACIÓN</b> .....	29
<b>7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	30
<b>8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	31
<b>9 ANEXOS</b> .....	44
9.1 Anexo 1: Peligro y Alimento .....	44
9.1 Anexo 2: Medidas de Control .....	48

# Índice de tablas

- Tabla 1.** Límites para el crecimiento de *Salmonella* spp.
- Tabla 2.** Producción anual de carne de pollo en el Perú.
- Tabla 3.** Producción anual de carne de cerdo en el Perú
- Tabla 4.** Exportación de carne de pollo anual en el Perú.
- Tabla 5.** Importación de carne de pollo anual en el Perú.
- Tabla 6.** Importación de carne de cerdo anual en el Perú.
- Tabla 7.** Consumo per cápita de carne de pollo por año en el Perú.
- Tabla 8.** Consumo per cápita anual de carne de cerdo en el Perú.
- Tabla 9.** Costo de enfermedad por salmonelosis.
- Tabla 10.** Tiempo de almacenamiento de la carne de pollo en refrigeración y congelación.
- Tabla 11.** Temperatura y tiempo aproximado para la cocción de la carne de pollo.
- Tabla 12.** Tiempo de almacenamiento de la carne de cerdo en refrigeración y congelación.
- Tabla 13.** Temperatura y tiempo aproximado para la cocción de la carne de cerdo.
- Tabla 14.** Brechas identificadas en la cadena de producción aviar y porcina para realizar una evaluación de riesgo.

# 1

## Declaración del peligro

El propósito de un Perfil de Riesgo es proveer información relevante a una combinación alimento/peligro para la toma de decisiones a cargo de los gestores del riesgo. El Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA), define un Perfil de Riesgo como un documento que contiene una revisión de las publicaciones científicas sobre el peligro, evidenciando la atribución de la carne de aves de corral y cerdo a la situación de Salmonelosis no tifoidea en el país.

A su vez, el Perfil de riesgo también considera las posibles medidas de prevención y control en la cadena de producción para el desarrollo posterior de una Evaluación de Riesgo.

En resumen, los objetivos del presente Perfil de Riesgo son:

- a) Recopilación de información actualizada a partir de publicaciones científicas sobre *Salmonella* no tifoidea (SNT) y salmonelosis atribuida al consumo de carne de aves de corral y de cerdo.
- b) Describir la situación de *Salmonella* no tifoidea (SNT) en la cadena de producción y su impacto en la salud pública a nivel nacional e internacional.
- c) Indicar las brechas de información a nivel nacional para el desarrollo posterior de una evaluación cuantitativa de riesgo.

# 2 Identificación del peligro

El perfil de Riesgo abordado es sobre el peligro por alimento a causa de *Salmonella* no tifoidea (SNT) en carne refrigerada y congelada de pollo (*Gallus gallus domesticus*) y cerdo (*Sus scrofa domesticus*).

## 2.1 El patógeno

La información correspondiente a esta sección es un resumen de datos microbiológicos para el Perfil de Riesgo. En el Anexo 1 se incluye información adicional sobre el peligro y los alimentos.

## 2.2 *Salmonella* spp

*Salmonella* spp es un bacilo gram negativo, anaerobio facultativo, generalmente móvil, no formadora de esporas y oxidasa negativo. Pertenece a la familia *Enterobacteriaceae* y se divide en dos especies: *Salmonella enterica* y *Salmonella bongori* (V) (Sanderson & Nair, 2013).

*Salmonella enterica* se clasifica en seis subespecies denominadas *Salmonella enterica* subesp. *enterica* (I), *Salmonella enterica* subesp. *salamae* (II), *Salmonella enterica* subesp. *arizonae* (IIIa), *Salmonella enterica* subesp. *diarizonae* (IIIb), *Salmonella enterica* subesp. *houtenae* (IV), y *Salmonella enterica* subesp. *indica* (VI), encontrándose en la primera subespecie la mayoría de serovares patógenos para el hombre (Issenhuth-Jeanjean et al., 2014).

A excepción de *S. Typhi* y *S. Paratyphi* conocidos por causar la fiebre tifoidea (Crump & Mintz, 2010), a los otros serovares se les denomina *Salmonella* no tifoidea (SNT) o *Salmonella* no tifoidea invasiva (iSNT), por ser responsables de cuadros de gastroenteritis o infecciones extraintestinales, respectivamente (Marchello et al., 2021).

Actualmente se reconocen más de 2600 serovares de *Salmonella* spp, atribuyéndose a 20 serovares más del 80% de los casos reportados en la población (CDC, 2018). De los casos reportados en el 2020 en los países miembros de la Unión Europea, se informó que los 5 serovares detectados con mayor frecuencia fueron *S. Enteritidis* (48.7%), *S. Typhimurium* (12.4%), *S. Typhimurium* monofásica (11.1%), *S. Infantis* (2.5%) y *S. Derby* (1.2%) (EFSA, 2021).

### 2.2.1 Características de crecimiento y sobrevivencia

El crecimiento y sobrevivencia de *Salmonella* spp en los productos de carne de origen aviar y porcino dependen de una serie de factores que favorecen su multiplicación.

#### Temperatura

*Salmonella* spp crece de manera óptima entre los 35°C y 40°C, sin embargo, puede crecer entre 2°C y 54°C según el serotipo (Cosby et al., 2015).

#### pH

El pH óptimo de crecimiento para *Salmonella* spp es de 6.5 a 7.5 (Alfaro-Mora, 2018)

#### Oxígeno

En un estudio se inoculó diferentes serovares de *Salmonella* spp en heces de pollos y se analizaron a las 0, 24, 48 y 72 horas en condiciones de aerobiosis y anaerobiosis. En este primer ensayo se detectó *Salmonella* spp en anaerobiosis y aerobiosis, siendo mayor cuando crecía en presencia de oxígeno. Además, el crecimiento de *S. Infantis*, *S. Heidelberg*, *S. Brandenburg* y *S. Stanley* fue mucho mayor a las 72 horas y para *S. Dublin* a las 48 horas. Posteriormente, realizaron un segundo ensayo para evaluar el crecimiento de *Salmonella* spp durante 12 días, igualmente, en presencia y ausencia de oxígeno. En este

caso, *Salmonella* spp se detectó recién al día 7 hasta el día 9 ( $1.8 \times 10^8$  UFC/g) en aerobiosis, caso contrario en anaerobiosis ya que no se llegó a detectar en ningún momento (Guerrero et al., 2020).

### Ambiente

*Salmonella* spp puede persistir en el agua, suelo y superficies. En cuanto a tiempos se reporta que puede sobrevivir un año aproximadamente en el suelo (Davies & Wray, 1996), de semanas a meses en el agua y plantas (Ziemer et al., 2010), y hasta un mes en purines provenientes de cerdos infectados (Winfield & Groisman, 2003).

**Tabla 1.** Límites para el crecimiento de *Salmonella* spp

Parámetro	Mínimo	Óptimo	Máximo
Temperatura	2-4 °C	35-37°C	54°C
pH	4	6.5 – 7.5	9
NaCl	0,4%	--	4%
Actividad de agua	0,94	0.99	>0.99

**Fuente:** Alfaro-Mora, 2018

## 2.2.2 Inactivación

### Temperatura

En muestras de carne de pollo se inoculó un coctel de seis serovares de *Salmonella* spp (*S. Senftenberg*, *S. Typhimurium*, *S. Heidelberg*, *S. Mission*, *S. Montevideo* y *S. California*) de 7 a 8 log UFC/g y se sometió a diferentes temperaturas desde 55°C hasta 70°C. El valor D fue de 22.37 minutos a 55°C, 9.92 minutos a 57.5°C, 8.5 minutos a 60°C, 1.25 minutos a 65°C, 0.38 minutos a 67.5°C y 0.32 minutos a 70°C (Murphy et al., 2002).

### pH

Valores de pH mayores a 9 y menores de 4 inhiben su crecimiento (Alfaro-Mora, 2018), sin embargo, en un estudio se detectó su sobrevivencia a pH menores a cuatro. Para ello se evaluó  $10^6$ - $10^7$  UFC/ml de *Salmonella* spp a pH 2, 3, 4 y 7 y se incubó a 37°C por 3 horas. Se reportó que *Salmonella* spp permaneció viable desde un pH de 3 y la mayor reducción de la cantidad de *Salmonella* spp fue a un pH 2 (Akbar & Anal, 2015).

### Actividad de agua (aw)

La mínima actividad de agua es de 0.94, óptima a 0.99 y máxima menores a 0.99 (King et al., 2011). Sin embargo, se reporta la presencia de *Salmonella* spp en alimentos con bajo contenido de humedad, como huevo en polvo, hierbas secas, especias, harina de soja, chocolate, cebolla blanca deshidratada picada y pimienta negra (Burgess et al., 2016).

### Conservantes

En un modelo se evaluó combinaciones de NaCl (0%, 0.25%, 0.5%, 0.75%, 0.5%, 1.0%, 1.25% y 1.75%), NaNO<sub>2</sub> (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, and 120 ppm),

a diferentes temperaturas (4°C, 7°C, 10°C, 12°C y 15°C) e incubados en aerobiosis y anaerobiosis para predecir el crecimiento *Salmonella* spp en productos cárnicos procesados. Dosis de 120 ppm de NaNO<sub>2</sub> con 1.25% de NaCl inhibió el crecimiento de *Salmonella* spp, siendo más efectivo cuando se incrementaba la dosis de NaCl a 10°C. Además, a temperaturas más bajas (4°C y 7°C) no se detectó crecimiento alguno, por ello, el estudio concluyó que los productos cárnicos procesados con dosis bajas de NaNO<sub>2</sub> y NaCl deben ser almacenados por debajo de 7°C para inhibir su crecimiento (Gwak et al., 2016).

### Irradiación

Se inoculó muestras de carne de pollo con *S. Typhimurium* y se sometieron a diferentes dosis de irradiación en un rango de temperatura de 4°C a 8°C. A dosis de 2.0 kGy se inhibió su crecimiento a partir del día 21 de almacenamiento y a 4.0 kGy a partir del día 7. En las dosis de 6.0 kGy y 8.0 kGy no se detectó *S. Typhimurium* desde el primer día (Spoto et al., 2000).

## 2.3 Fuentes y vías de transmisión

### Vías de transmisión

*Salmonella* no tifoidea (SNT) se adquiere al consumir alimentos contaminados, como la carne, huevos, productos lácteos y verduras (Barua et al., 2012; Mishu et al., 1994). También se reporta casos de salmonelosis por el consumo de carne de tortuga en Australia (Draper et al., 2017), y el contacto directo con animales y su medio ambiente (Angulo et al., 1997).

## Humano

La gastroenteritis autolimitada por SNT dura entre 3 a 7 días, sin embargo, la eliminación a través de las heces puede ser de 12 días (Sirinavin et al., 2004) hasta 5 semanas (Buchwald & Blaser, 1984).

## Animal

Algunos serovares de SNT son especie-específica y otros generalistas ya que afectan a una amplia gama de hospederos. Los signos clínicos difieren según el serovar y edad del animal, ya sea causando diarrea, fiebre, deshidratación hasta neumonía, abortos, etc., sin embargo, se ha aislado también de animales aparentemente sanos. La eliminación de SNT por las heces puede ser de forma intermitente con tiempos variables (Hoelzer et al., 2011).

## Alimento

Los animales portadores de SNT aumentan la probabilidad de contaminación de la canal al momento del faenamiento (Bonardi et al., 2016). Además, el uso de heces de los animales como fertilizantes, y el agua de riego, excepto las aguas subterráneas, pueden ser una fuente de contaminación de los productos agrícolas (Kagambèga et al., 2013; Liu et al., 2018). También se reporta SNT en productos lácteos y huevos (Barua et al., 2012).

## Ambiente

En países en desarrollo, principalmente en zonas rurales, las aguas superficiales se contaminan con SNT por la presencia de animales domésticos y silvestres. Estas aguas al ser usadas como fuente de agua de riego en la agricultura, es un vehículo para la contaminación de los alimentos (Liu et al., 2018).

## 2.4 Métodos de tipificación / identificación

La tipificación de SNT se realiza mediante la técnica de serotipificación, sin embargo, su uso es limitado para identificar cepas de *Salmonella* cercanamente relacionadas. Por ello, la electroforesis en gel de campo pulsado (PFGE) es un método para genotipificar cepas de *Salmonella* aceptado por el Centro de Control de Enfermedades (CDC) (Wise et al., 2009).

## 2.5 El alimento

La carne fresca de pollo tiene un rango de pH entre 5.3 a 6.5 después del sacrificio (Hertanto et al., 2018). La actividad de agua (aw) varía de 0.98 a 0.99, y dada sus características, tanto el músculo como la piel permiten el crecimiento de diversos microorganismos (Baali et al., 2020).

La vida útil de la carne de ave cruda varía de 7 días a 4°C, 5 días a 7°C y 4 días a 9°C, sin embargo, si reciben

tratamiento con clorito de sodio acidificado, la vida útil puede alcanzar los 14 días (Lake & Cressey, 2013).

Con respecto a la carne de cerdo, el pH varía de acuerdo con el tiempo después el sacrificio. La carne tiene un pH 5.6-5.7 después de 6 a 8 horas del sacrificio, y pH 5.3-5.7 a las 24 horas (Forrest, 1975). La vida útil de la carne cruda varía entre 4 días a 4°C, por más de 21 días a -2°C y mayor a 50 días a -4°C (Gonzales H et al., 2014).

Hay una lista de agentes desinfectantes que están aprobados para el uso en la carne de diferentes especies en la planta de faenamiento, siendo la técnica de cloración ampliamente utilizada para disminuir el nivel de contaminación (USDA-FSIS, 2021).

### 2.5.1 El suministro de alimento en Perú

#### 2.5.1.1 Producción aviar y porcina

La producción de carne de pollo en el año 2021 fue de 1 639 182 toneladas, siendo mayor a las 1 616 386 toneladas del año 2020. Con respecto al presente año, los datos indican que, desde enero hasta abril, la producción asciende a un total de 545 067 toneladas, cifra mayor a las 524 855 toneladas durante el 2021 en el mismo rango de tiempo (Tabla 2).

**Tabla 2.** Producción anual de carne de pollo en el Perú

Año	Toneladas
2017	1 464 548
2018	1 581 767
2019	1 651 949
2020	1 616 386
2021	1 639 182

Fuente: (MIDAGRI, 2022a)

La producción de carne de cerdo en el 2021 fue 176 150 toneladas, siendo mayor a lo reportado en el 2020. Igualmente, hasta el mes de abril del presente año, la producción de carne de cerdo fue de 57 944 toneladas, ligeramente mayor a lo reportado hasta en el mismo mes en el 2021 (55 823 toneladas) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Producción anual de carne de cerdo en el Perú

Año	Toneladas
2017	157 744
2018	162 421
2019	173 259
2020	169 905
2021	176 150

Fuente: (MIDAGRI, 2022b)

### 2.5.1.2 Exportaciones

En el año 2021 no se exportó carne de pollo fresco, continuándose de la misma manera hasta mayo del 2022 (Tabla 4).

**Tabla 4.** Exportación de carne de pollo anual en el Perú

Año	Volumen (toneladas)
2017	13.00
2018	5.80
2019	48.80
2020	4.70

Fuente: (MIDAGRI, 2022a)

Actualmente no se exporta carne de cerdo, sin embargo, se ha registrado una exportación acumulada de siete años de 60.8 toneladas con destino a aguas internacionales para provisiones de tripulación. Por otro lado, se espera en el 2023 iniciar la exportación a ciertos países como resultado del Proyecto “Control y Erradicación de Enfermedades en Porcinos” contra la Peste Porcina Clásica desarrollado por SENASA (MIDAGRI, 2020).

### 2.5.1.3 Importaciones

En cuanto a las importaciones de carne de pollo, se visualiza un crecimiento constante, con una importación de 66 737 toneladas en el 2021 (Tabla 5).

**Tabla 5.** Importación de carne de pollo anual en el Perú

Año	Volumen (toneladas)
2017	14 668
2018	14 833
2019	34 597
2020	44 063
2021	66 737

Fuente: (MIDAGRI, 2022a)

En el caso de la carne de cerdo, en el año 2019 se importó 8 139 toneladas, siendo menor a los reportados en el 2018 (Tabla 6).

**Tabla 6.** Importación de carne de cerdo anual en el Perú

Año	Volumen (toneladas)
2016	7 517
2017	8 521
2018	9 392
2019	8 139

Fuente: (MIDAGRI, 2020)

### 2.5.1.4 Disponibilidad

En el país, la carne de pollo es la más consumida por la población, reportándose un consumo per cápita de 50.96 kg/habitante en el 2021 (Tabla 7).

**Tabla 7.** Consumo per cápita de carne de pollo por año en el Perú

Año	Consumo per cápita (kilogramos/habitante/año)
2012	36.30
2014	40.00
2016	44.60
2017	46.30
2018	49.50
2019	51.10
2020	49.83
2021	50.96

Fuente: (MIDAGRI, 2022a)

La carne de cerdo es la tercera carne más consumida en el país, después de la carne de pollo y res, registrándose un consumo per cápita de 5.50 kg/habitante en el 2019 (Tabla 8).

**Tabla 8.** Consumo per cápita anual de carne de cerdo en el Perú

Año	Consumo per cápita (Kilogramos/habitante/año)
2012	4.10
2014	4.50
2016	5.00
2019	5.50

Fuente: (MIDAGRI, 2020)

## 2.6 Situación de *Salmonella* spp en la cadena de producción aviar y porcina a nivel internacional

### 2.6.1 Comportamiento de *Salmonella* spp en aves de corral en la granja

En Colombia se analizó 135 muestras recolectadas de 15 granjas durante el 2015-2016. Las muestras provinieron de pooles de hisopados cloacales (n=75), botas (n=15), alimento (n=15), agua (n=15), y de heces de los trabajadores (n=15). *Salmonella* spp se detectó en 4 granjas (26.67%) y, al analizarlo por el total de muestras, el 17.78% fue positivo, siendo aislado de los hisopados cloacales (n=19), botas (n=4) y alimento (n=1). Con respecto a los serovares, solamente se detectó *S. Paratyphi* B (Rodríguez-Hernández et al., 2021).

En Ecuador se analizó muestras de 133 lotes provenientes de 69 granjas, detectándose una prevalencia de *Salmonella* spp del 41.4% (55/133, IC95%: 33.0-49.7). Además, el 98.2% de los aislados fueron identificados como *S. Infantis* y una cepa como *S. Enteritidis* (Mejía et al., 2020).

En Nigeria se reportó una prevalencia del 48.9% (IC95%: 40.3 – 55.5) de *Salmonella* spp a partir de 165 granjas. De las 558 muestras recolectadas, se encontró una mayor prevalencia en las granjas de gallinas ponedoras (20.6%, 60/292) en comparación a las granjas dedicadas a la producción de carne (10.9%, 29/266). Además, de 74 aislados se identificaron 24 serovares, siendo *S. Kentucky* (32.4%), *S. Isangi* (10.8%) y *S. Takoradi* (8.1 %) detectados con mayor frecuencia (Jibril et al., 2020).

En Polonia se realizó un estudio para determinar la prevalencia de *Salmonella* spp en granjas avícolas desde el 2014 al 2016. Se analizaron 4331 muestras de hisopados de heces y fueron divididas

según la procedencia de dos ciudades, Pomerania (n=2180) y Warmia y Masuria (n=2151). Al comparar los resultados de cada año, se observó que la prevalencia en Pomerania (1.28%, 1.75%, 2.04%) fue aumentando a medida que en Warmia y Masuria (3.08%, 0.85%, 0.41%) fue disminuyendo. En total se obtuvo 68 aislados, los cuales fueron tipificados obteniéndose lo siguiente: *S. Enteritidis* (n=51), *S. Mbandaka* (n=6), *S. Typhimurium* (n=5), *S. Infantis* (n=3), *S. Anatum* (n=1) y *S. Kentucky* (n=1) (Witkowska et al., 2018).

### 2.6.2 Comportamiento de *Salmonella* spp en aves de corral: Faena, procesamiento primario y secundario

En Canadá se evaluó dos plantas de faenamiento (A, B) para determinar la presencia de *Salmonella* spp en cinco momentos (M1: después del sangrado con las plumas adheridas, M2: previo a la evisceración, M3: antes del enfriamiento posterior a la evisceración, M4: después del enfriamiento por inmersión en agua y M5: enfriamiento posterior al aire seco). De la planta A se recolectaron 200 canales de 40 lotes y de la planta B, 179 canales de 39 lotes. En el análisis por lote se reportó que la mayoría fue positivo a *Salmonella* spp (planta A: 100%, planta B: 89.7%). Con respecto al momento de la toma de muestra, luego del sangrado (M1) se obtuvo la mayor frecuencia de *Salmonella* spp (planta A: 92.5%, planta B: 89.7%), seguido de M2 (planta A: 52.5%, planta B: 43.6%), M3 (planta A: 37.5%, planta B: 38.5%), M4 (planta A: 45%, planta B: 5.1%) y M5 (planta A: 2.5%). Los serovares aislados frecuentemente de las canales fueron *S. Heidelberg* (18.5%), *S. Kentucky* (10.82%) y *S. Schwarzengrund* (8.44%) (Boubendir et al., 2021).

En Bélgica se analizó cinco plantas de faenamiento de los cuales se recolectó muestras después de la limpieza-desinfección previo al sacrificio (zona de colgado, del tanque de escaldado y de la máquina desplumadura) y durante el sacrificio del primer lote. De las 680 muestras previo al sacrificio, en todas las plantas se detectó *Salmonella* spp: planta A (17.6%), planta B (3.0%), planta C (6.2%), planta D (2.1%) y planta E (2.9%). Posterior al sacrificio del primer lote, tres plantas resultaron positivas: planta A (56.7% de muestras de piel de cuello y 35.0% de muslo), planta C (11.7% de muestras de piel de cuello y 5% de muslo) y planta E (48.3% muestras de piel de cuello). Entre los serovares detectados fueron *S. Infantis*, *S. Typhimurium*, *S. Minnesota*, *S. Rissen* y otros (Zeng et al., 2021).

Por otro lado, en algunos mercados se beneficia a las aves y lo venden directamente a la población. Es así que en Indonesia se detectó *Salmonella* spp en las muestras de carne de pollo al final del beneficio (85%), en el contenido intestinal recuperado al

momento de la evisceración (57.5%) y en el agua de lavado (52.5%) (Yulistiani et al., 2019).

En otro estudio realizado en Brasil, se evaluó 260 muestras de canales de pollo provenientes de 5 plantas procesadoras. El resultado fue que el 9.6% de las muestras resultaron positivas a *Salmonella* spp. Luego se realizó la tipificación de 20 aislados, detectándose mayormente *S. Enteritidis* (25%), seguido de *S. Typhimurium* (15%), *S. Saintpaul* (15%), *S. Mbandaka* (10%), *S. Corvallis* (5%), *S. Heidelberg* (5%), *S. Infantis* (5%), *S. Munchen* (5%), *S. Newport* (5%) y *S. Panama* (5%) (Duarte et al., 2009).

### 2.6.3 Comportamiento de *Salmonella* spp durante la preparación y cocción: carne de pollo

En pechugas de pollo crudo se inoculó 0.1 ml de 6-8 log UFC/g de un coctel de *Salmonella* spp. Las muestras permanecieron a 4°C durante 90 minutos para permitir la fijación de *Salmonella* spp en la carne. Luego, se agregó un producto comercial para marinar y se sellaron al vacío. Después de 18 horas a 4°C, las muestras fueron sometidas a diferentes temperaturas reportándose los siguientes valores D: 55°C a 47.65 minutos y 60°C a 7.48 minutos. El estudio indica que el marinado permite que *Salmonella* spp sea más sensible al calor (Karyotis et al., 2017).

En otro estudio se adquirió muestras de carne de pollo (carne sin ningún aditivo, carne marinada y filetes de pechuga a la parrilla) para luego cocinarlas e inocularlas con un coctel de serovares de *Salmonella* spp (*S. Senftenberg*, *S. Typhimurium*, *S. Heidelberg*, *S. Mission*, *S. Montevideo* y *S. California*). Posteriormente, las muestras se mantuvieron a 4°C durante media hora para permitir su fijación y se empaquetaron al vacío. Al someterse a baño maría, los valores D fueron los siguientes: 55°C a 24.071 minutos, 57.5°C a 9.60 minutos, 60°C a 3.828 minutos, 62.5°C a 1.527 minutos, 65°C a 0.609 minutos, 67.5°C a 0.243 minutos y 70°C a 0.097 minutos (Murphy et al., 2002).

### 2.6.4 Comportamiento de *Salmonella* spp en cerdos en la granja

En Brasil se detectó *Salmonella* spp en el 4.83% (32/662) de las muestras recolectadas en la etapa de maternidad y lechones, y en el 13.84% (88/636) de muestras procedentes de la granja de engorde. De 159 aislados (alimento, agua, suelo y heces) se identificó 10 serovares describiéndose algunos de ellos: *S. Typhimurium* (54.1%), *S. Derby* (11.32%), *S. Mbandaka* (7.55%) y *S. Panama* (6.92%) (Dos Santos, 2019).

En Italia se evaluó el estado de portador de *Salmonella* spp en cerdos en finalización. Para ello se recolectó muestras de heces en granjas

y de nódulos linfáticos mesentéricos durante el faenamiento. En total se analizó 30 lotes de 14 granjas, resultando el 23.3% (7/30) de las muestras de heces positivo a *Salmonella* spp, a diferencia del 10.6% (16/150) de los nódulos linfáticos. Los serovares detectados en las muestras de heces fueron *S. Typhimurium* variante monofásica 1,4,[5],12:i:- (n=3), *S. London* (n=2), *S. Derby* (n=1) y *S. Give* (n=1), y en los nódulos linfáticos se detectaron *S. Derby* (n=4), *S. London* (n=2), *S. Give* (n=2), *S. Rissen* (n=2), *S. Typhimurium* (n=2), *S. Typhimurium* variante monofásica 1,4,[5],12:i:- (n=3), y *S. Braenderup* (n=1) (Alpigiani et al., 2014).

En Canadá, a partir de 10 granjas de cerdos se determinó la prevalencia y serovares de *Salmonella* spp en las distintas fases de producción. Las muestras fueron recolectadas por animal de las fases de reproducción y crecimiento-finalización (n=393), y además, pooles de las fases de reproducción, destete y crecimiento-finalización (n=750). En total, el 35.61% (407/1143) de las muestras fecales fueron positivas a *Salmonella* spp. Considerando las muestras individuales, el 38.38% (38/99) fue positivo en la fase de reproducción y 24.83% (73/294) en la fase de crecimiento-finalización. Sin embargo, en el análisis por pooles se detectó *Salmonella* spp en todas las fases: 51% (102/200) en la fase de reproducción, 38.31% (113/295) en la fase de crecimiento-finalización y 31.76% (81/255) en el destete (Wilkins et al., 2010).

Además, se realizó la tipificación de 418 aislados detectándose 19 serovares. Se reportó con mayor frecuencia *S. Derby* (28.5%), *S. Typhimurium* var. Copenhagen (19.1%), *S. Putten* (11.8%), *S. Infantis* (6.8%) y *S. Mbandaka* (6.1%), no lográndose la tipificación en 50 aislados (Wilkins et al., 2010).

### 2.6.5 Comportamiento de *Salmonella* spp en el cerdo: Faena, procesamiento primario y secundario

En Italia se evaluó 400 canales de cerdos provenientes de cinco mataderos desde el 2017 al 2019. La muestra consistió en el uso de esponjas estériles prehumedecidas sobre la superficie de la canal. La prevalencia de *Salmonella* spp fue del 13%, no encontrándose diferencias de acuerdo con la estación del año. Además, 45 aislados fueron tipificados detectándose *S. Derby* (40.0%), *S. Typhimurium* 4,[5],12:i:- (33.33%), *S. Rissen* (6.67%), *S. Bredeney* (4.44%), *S. London* (4.44%), *S. Typhimurium* (2.22%), *S. Give* (2.22%), *S. Brandenburg* (2.22%), *S. Infantis* (2.22%) y *S. Goldcoast* (2.22%) (Primavilla et al., 2021).

En Gran Bretaña se analizó 348 muestras de contenido cecal recolectados en mataderos de cerdos. Se reportó una prevalencia del 32.2% (IC95%: 27.4 – 37.4) y se identificó doce serovares: *S. Typhimurium* 4,[5],12:i:- (36.6%), *S. Derby* (25.9%),

S. Newport (7.1%), S. Panama (7.1%), S. Rissen (7.1%), S. Typhimurium (4.5%), S. Bovismorbificans (4.5%), S. London (1.8%), S. Mbandaka (1.8%), S. Reading (1.8%), S. Kedougou (0.9%) y S. Ohio (0.9%). En este estudio, igualmente no se detectó una diferencia estadísticamente significativa en la prevalencia de *Salmonella* spp con respecto a las estaciones (Martelli et al., 2021).

En Francia se evaluó la presencia de *Salmonella* spp antes y después de la limpieza y desinfección de una planta de faenamiento. Las muestras se recolectaron de la máquina depiladora y raspadora considerándose como la “zona sucia” y, luego del proceso de chamuscado, se tomaron muestras de la cortadora de cuello, la sierra para abrir canales, de despojos blancos y de la plataforma para quitar los despojos rojos consideradas como la “zona limpia”. No hubo diferencia estadísticamente significativa en la cantidad de *Salmonella* spp antes y después del proceso de limpieza y desinfección en la mayoría de las muestras (máquina raspadora  $3.79 \pm 0.73$  vs  $4.13 \pm 0.77$  log UFC/ml, cortadora de cuello  $3.46 \pm 0.51$  vs  $4.10 \pm 1.57$  log UFC/ml, abridor de canales  $3.34 \pm 1.87$  vs  $3.56 \pm 0.66$  log UFC/ml, despojos blancos  $3.59 \pm 1.07$  vs  $4.68 \pm 0.56$  log UFC/ml y plataforma de despojos rojos  $3.77 \pm 1.26$  vs  $3.91 \pm 0.61$  log UFC/ml). Solamente se notó una reducción en la máquina depiladora de  $6.15 \pm 0.26$  a  $4.66 \pm 0.79$  log UFC/ml. Además, se identificó 38 cepas, de las cuales 18 fueron aisladas antes y 20 cepas después del proceso de limpieza y desinfección. Los serovares detectados fueron S. Typhimurium variante monofásica 4,5,12:i:- (58%), S. Typhimurium (13%), S. Rissen (10.5%), S. Infantis (10.5%) y S. Derby (8%) (Bridier et al., 2019).

### 2.6.6 Comportamiento de *Salmonella* spp en el cerdo: Faena, procesamiento primario y secundario

En un estudio se evaluó la resistencia al calor de *Salmonella* spp en carne entera y molida de cerdo. Las muestras fueron inoculadas con un coctel de ocho serovares durante 20 minutos. Se reportó que hubo una mayor resistencia al calor en la carne entera (valor D: 55°C a 23.4 minutos, 58°C a 3.43 minutos, 60°C a 1.74 minutos, 62°C a 0.77 minutos y 68°C a 0.74 minutos) en comparación con la carne de molida (valor D: 55°C a 8.75 minutos, 58°C a 1.5 minutos, 60°C a 0.61 minutos, 62°C a 0.47 minutos y 68°C a 0.28 minutos) (Adriana et al., 2010).

En otro estudio realizado en hamburguesas de cerdo empanizadas listas para comer, el valor D fueron los siguientes: 55°C a 66.48 minutos, 60°C a 15.2 minutos, 65°C a 2.64 minutos y 70°C a 0.29 minutos (Osaili et al., 2007).

También se evaluó la resistencia al calor de S. Typhimurium (n=3), S. Derby (n=1), S. Potsdam (n=1), S. Menston (n=1), S. Eppendorf (n=1) y S.

Kingston (n=1) en carne de cerdo curado. Las muestras de carne inoculadas fueron sometidas a tres temperaturas (58°C, 60°C y 63°C) y, además, se comparó la resistencia al calor de los serovares en medios de cultivos. Las ocho cepas resultaron resistentes al calor, siendo mayor en la carne inoculada en comparación al medio de cultivo. S. Potsdam mostró mayor resistencia (valor D: 58°C a 4.8 minutos, 60°C a 1.57 minutos y 63°C a 0.30 minutos) y S. Derby fue la más sensible (valor D: 58°C a 2.89 minutos, 60°C a 1.18 minutos y 63°C a 0.23 minutos) (Quintavalla et al., 2001).

### 2.6.7 Post procesamiento y retail

En Ecuador se recolectó 1095 muestras entre carne de pollo, cerdo, cordero, ternero, res y pavo provenientes de mercados y supermercados. La recolección se llevó a cabo en dos años, en el 2015 (n=298) y 2016 (n=797). Considerando el total de muestras, el 38.1% (417/1095) fue positivo a *Salmonella* spp, siendo mayor en el 2015 (46.3%) en comparación con el 2016 (35%). De acuerdo a la presencia de *Salmonella* spp en las diferentes especies, durante el 2015 se reportó que la carne de pollo (64.9%), cerdo (30%) y ternera (26.1%) presentaban las frecuencias más altas, ocurriendo un cambio con respecto una especie en el 2016 (carne de pollo (69.1%), cerdo (20.8%) y pavo (22.2%)). Además, S. Infantis fue el serovar que predominó en la mayoría de las muestras (Mejía et al., 2021).

En otro estudio realizado también en Ecuador se recolectó 335 canales provenientes de supermercados (n=125), tiendas (n=126) y mercados (n=84). La prevalencia de *Salmonella* spp fue del 55.5% (186/335, IC95%: 50.2-60.8), identificándose los siguientes serovares: S. Infantis (97.8%, n=182), S. Enteritidis (n=3) y S. Typhimurium (n=1) (Mejía et al., 2020).

En México se llevó a cabo un estudio de tres años para determinar la prevalencia de *Salmonella* spp en supermercados y mercados húmedos. Para ello, se analizó 1160 muestras de piel de pollo, obteniéndose *Salmonella* spp en el 18.1% de las muestras. Sin embargo, al revisar la prevalencia por año, se evidenció que fue incrementando (2016: 13.7%, 2017: 21.7% y 2018: 27.1%). Curiosamente, la detección de *Salmonella* spp fue superior en los supermercados (27.2%) en comparación con los mercados húmedos (9%) (Regalado-Pineda et al., 2020).

En Colombia se reportó una prevalencia de *Salmonella* spp del 17.41% (47/270) a partir de canales. La detección fue tanto en outlets (57.5%, 27/47) y supermercados (42.5%, 20/47). De los 47 aislados, los serovares S. Paratyphi B (36.17%), S. Hvitittingfoss (19.15%) y S. Muenster (10.64%) fueron reportados con mayor frecuencia, mientras que

solamente se detectaron dos aislados (4.26%) de *S. Typhimurium*, *S. Newport*, *S. Heidelberg*, *S. Braenderup*, y *S. Kalina*, y un aislado (2.13%) de *S. Bovismorbificans*, *S. Budapest*, *S. Manhattan*, *S. Othmarschen*, *S. Schwarzengrund* y *S. Skansen* (Rodriguez et al., 2015).

En Camboya se recolectó muestras de carne de pollo (n=204) y cerdo (n=204) provenientes de 52 mercados y 6 supermercados. En total se aisló *Salmonella* spp de los dos tipos de establecimientos: 42.6% de las muestras de carne de pollo y 45.1% de la carne de cerdo. También se aisló a partir de tablas de picar para cortar carne de pollo (41.9%) y de cerdo (30.6%). Con respecto a la cantidad, *Salmonella* spp estuvo presente en promedio en 10.6 NMP/g y 11.1 NMP/g en la carne de pollo y cerdo, respectivamente (Rortana et al., 2021).

En China se estimó una prevalencia de *Salmonella* spp del 26.4% (IC95%: 22.4-30.8) a partir de un metaanálisis que consideró 79 estudios previos al 2020. Con respecto a los serovares identificados en 42 estudios, se reportó que *S. Enteritidis* (32.9%), *S. Indiana* (10.0%) y *S. Typhimurium* (9.1%) fueron los serovares detectados con mayor frecuencia, seguido por *S. Agona* (5.0%), *S. Derby* (4.8%), *S. Kentucky* (3.2%), *S. Corvallis* (2.5%), *S. Shubra* (2.2%), *S. Rissen* (1.5%) y *S. Infantis* (1.4%) (T. Sun et al., 2021).

En Tailandia se recolectó muestras de carne de cerdo desde abril hasta septiembre del 2015 para determinar su prevalencia. Para ello se analizó 41 muestras de carne de cerdo provenientes de 14 mercados, así como también, la misma cantidad de muestras de 22 supermercados. Del total de muestras, el 41.5% (IC95%: 30.8-52.1) fue positivo a *Salmonella* spp, detectado principalmente en los mercados (73.2%, 30/41) en comparación con los supermercados (9.8%, 4/41). Los serovares detectados fueron los siguientes: *S. Rissen* (36%), *S. I,4,5,12:i:-* (9%), *S. Kedougou* (9%), *S. Agona* (6%), *S. Anatum* (6%), *S. Corvallis* (6%), *S. Give* (6%), *S. Krefeld* (6%), *S. Lexington* (6%), *S. Weltevreden* (6%), *S. Newport* (2%) y *S. Yoruba* (2%) (Patchanee et al., 2016).

En Malasia se analizó 30 muestras de carne pollo (enteros y en trozos) provenientes de mercados húmedos y 152 muestras ambientales de plantas de procesamiento de pequeña escala. El 100% de las muestras de carne de pollo y el 86.18% de las muestras ambientales (cajas, agua de lavado, cuchillos, tablas de cortar, suelo) fueron positivos a *Salmonella* spp. Además, se identificó 17 serovares, siendo los más frecuentes *S. Albany* (35.4%), *S. Corvallis* (26.09%), *S. Brancaster* (22.98%), *S. Enteritidis* (3.11%) y *S. Typhimurium* (2.48%) (Nidaullah et al., 2017).

## 2.7 Situación de *Salmonella* spp en la cadena de producción aviar a nivel nacional

### 2.7.1 *Salmonella* spp a nivel de granjas

Se estimó una prevalencia del 29.78% a partir de 550 granjas avícolas, principalmente en las granjas de carne (48.71%), seguido de las granjas de postura (13.16%) y granjas de reproductoras (6.02%). Con respecto a las granjas de carne, Ancash (75%), Piura (75%), La Libertad (73.33%) y San Martín (66.67%) obtuvieron las prevalencias más altas, a diferencia de Ucayali (18.18%) y Loreto (5.56%). Además, se identificaron seis serovares, predominando *S. Infantis* (91.43%) seguido de *S. Senftenberg* (2.86%), *S. Enteritidis* (2.14%), *S. Derby* (1.43%) y *S. Agona* (0.71%). Por otro lado, es importante indicar que *S. Infantis* se identificó también con mayor frecuencia en las granjas de reproductoras (60%) y de postura (54.84%) (Valderrama et al., 2014).

### 2.7.2 Situación de *Salmonella* spp a nivel de plantas faenadoras

En Lima, 17 centros de beneficio clandestinos fueron seleccionados para la toma de muestra de hisopados cloacales y de superficie corporal. Los centros de beneficio se diferenciaron si finalizaba con la evisceración (n=9) o desplumado (n=8). Las muestras positivas a *Salmonella* spp detectadas de la superficie corporal fueron ligeramente mayor en los centros de beneficio donde se realizaba el eviscerado (25.6%, 23/90) en comparación con los que no lo realizaban (21.3%, 17/80). En cuanto a los hisopados cloacales, también se obtuvo el mismo escenario (canales evisceradas 35.6% vs canales no evisceradas 28.8%) (Zambrano et al., 2013).

A nivel nacional se realiza el análisis de muestras de alimentos agropecuarios primarios y piensos cada año para la detección de residuos químicos y otros contaminantes. En el 2021, de las 163 muestras de carne de pollo procedentes de mataderos y establecimientos de procesamiento primarios, se identificó *Salmonella* spp en 20 muestras recolectas de mataderos (Lima: 6, Arequipa: 4, La Libertad: 4, Piura: 2, Tacna: 2 y Loreto: 2), y en 4 muestras de establecimientos primarios (Arequipa: 1, Lambayeque: 2 y La Libertad: 1) (SENASA, 2022). En comparación con el 2020, de las 213 muestras, se identificó únicamente 3 muestras positivas procedentes de establecimientos de procesamiento primario de la Libertad (SENASA, 2020).

### 2.7.3 Situación de *Salmonella* spp a nivel de retail

En Huánuco se recolectó 50 muestras de carne de pollo procedentes de 5 mercados, obteniéndose el 62% positivo a *Salmonella* spp. Además, en promedio la cantidad del microorganismo fue de 35.88 UFC/g (Vásquez-Ampuero & Tasayco-Alcántara, 2020).

En Tacna, 75 puestos de venta de carne de pollo fueron seleccionados para recolectar 25g de carne por cada puesto. En total, el 14.67% de las muestras resultaron positivas (Nina Inchuña, 2019).

Igualmente, del informe de monitoreo anual del 2021 se determinó que, de 24 muestras recolectadas de mercados, se identificó *Salmonella* spp en 4 muestras procedentes de Lima (n=2) y Arequipa (n=2) (SENASA, 2022). Situación diferente a lo reportado en el 2020, ya que, de las 7 muestras analizadas, ninguna resultó positiva (SENASA, 2020).

## 2.8 Situación de *Salmonella* spp en la cadena de producción porcina a nivel nacional

### 2.8.1 *Salmonella* spp a nivel de granjas

No se encontró estudios publicados sobre la presencia de *Salmonella* spp en granjas porcinas.

### 2.8.2 Situación de *Salmonella* spp a nivel de plantas faenadoras

En Lima se analizó 300 canales procedentes de dos camales, recolectándose hisopados de piel de cabeza, vientre, lomo y pierna. En total se evaluaron 1200 muestras de las 300 canales, obteniéndose que el 6.3% (19/300) resultó positivo a *Salmonella* spp y el único serovar identificado fue *S. Derby* (Salvatierra et al., 2015).

De 199 muestras de carne de cerdo proveniente de mataderos y establecimientos de procesamiento primarios, *Salmonella* spp se detectó en 6 muestras de mataderos procedentes de La Libertad (n=3), Cajamarca (n=1), Ayacucho (n=1) y Lima (n=1), y en 1 muestra del establecimiento primario de Lima (SENASA, 2022). En comparación al año anterior, de las 164 muestras, se encontró únicamente *Salmonella* spp en 1 muestra de establecimientos de procesamiento primario procedente de La Libertad y en una muestra de un matadero de Lima (SENASA, 2020).

### 2.8.3 Situación de *Salmonella* spp a nivel de retail

Un total de 138 muestras de carne fue analizado para detectar la presencia de *Enterobacteriaceae* y *Escherichia coli*. Se recolectaron muestras de carne de cerdo (n=30), res (n=40) y pollo (n=64) provenientes de mercados tradicionales de los distritos de San Martín, Cercado de Lima, La Victoria y Villa El Salvador. El estudio reportó que el 15.2% de las muestras fue positivo a *Salmonella* spp, detectado principalmente en la carne de pollo (28.1%), seguido de carne de cerdo (6.6%) y de res (2.3%) (Ruiz-Roldán et al., 2018).

De 44 muestras de carne de cerdo recolectados de mercados, se identificó *Salmonella* spp en 3 muestras provenientes de Cajamarca (n=2) y Callao (n=1) (SENASA, 2022), situación diferente al año previo, ya que no se detectó *Salmonella* spp de las 60 muestras analizadas (SENASA, 2020).

# 3

## Evaluación de los efectos adversos para la salud

### 3.1 Características de la enfermedad

#### Incubación

El periodo de incubación reportado generalmente para *Salmonella* no tifoidea (SNT) es de 6 a 72 horas. Sin embargo, a partir de un estudio de brotes en EEUU, determinaron que el periodo de incubación varía de acuerdo al tipo de vehículo y serovar. Del análisis de datos del 2000 al 2015, reportaron periodos de incubación  $\leq 12$  h (11%) y  $>72$  h (29%). A pesar que el 68% de los casos estuvieron entre el rango promedio de 6 a 72 horas de incubación, se debe considerar que hay rangos inusuales como de  $>96$  a 144h ( $>4$  a 6 días) y de 7 a 9 días (Eikmeier et al., 2018).

#### Síntomas

Los síntomas por SNT son fiebre, escalofríos, náuseas, vómitos, diarrea y dolor abdominal. La diarrea suele ser autolimitada de 3 a 7 días y, en ocasiones, sanguinolenta. La eliminación de SNT es a través de las heces y puede durar hasta 5 semanas, sin embargo, se reporta que podría prolongarse hasta más de 8 semanas. El 5-10% de las personas pueden desarrollar bacteriemia y, en algunos casos, meningitis e infección en huesos y articulaciones. La situación es más compleja en pacientes inmunocomprometidos, resultando en una infección prolongada o recurrente (Hammack, 2012).

#### Grupos en riesgo

En China se evaluó 155 casos de SNT y 11 de iSNT en niños (mediana: 13 meses, IQR: 8-21). Los serovares de SNT detectados fueron *S. Typhimurium* (65.8%), *S. Dublin* (7.7%), *S. Enteritidis* (4.5%), *S. Cholerasuis* (3.2%) y *S. Bovismorbificans* (2.6%), encontrándose también los mismos serovares en los casos de iSNT. Además, se determinó que los niños menores de 6 meses tenían mayor posibilidad de desarrollar iSNT (OR=4.51, IC95%: 1.07-19.02) (Ke et al., 2020).

#### Estacionalidad

En Malawi se analizó los casos registrados por iSNT desde el 2011 al 2019. Durante este periodo se reportó que la incidencia de bacteriemia aumentó en la temporada de lluvias, desde febrero con picos en abril (Wilson et al., 2022).

#### Efectos a largo plazo.

Es Australia se estimó que las personas infectadas con SNT, aproximadamente el 8,8 % desarrollará posteriormente el Síndrome del Intestino irritable (SII) y el 8,5 % artritis reactiva (ARe) (Ford et al., 2014).

#### Tratamiento

Generalmente la gastroenteritis por SNT no requiere de un tratamiento, sin embargo, ante una infección por iSNT se emplea las fluoroquinolonas y cefalosporinas de amplio espectro (Pribul et al., 2016; Threlfall, 2002). A pesar de ello, la resistencia antimicrobiana reportada para estos antibióticos ha generado dificultades para el tratamiento de las personas, prolongando el tiempo de hospitalización o causando desenlaces fatales (Helms et al., 2002).

### 3.2 Dosis respuesta

La dosis infectiva se encuentra entre  $10^6$  a  $10^8$  células, sin embargo, se reporta que con 10 células se puede desarrollar la enfermedad (Antunes et al., 2016; Jarvis et al., 2016).

### 3.3 Información de brotes en Perú y vigilancia en salud humana

#### 3.3.1 Salmonelosis en Perú

Se realizó la revisión de 70 casos de salmonelosis invasiva provenientes del Hospital Cayetano Heredia del 2013-2017. El grupo etario con mayor fueron los niños de 0-4 años (14.3%) y mayores de 65 años (24.3%). Al diferenciar el tipo de *Salmonella* spp, la mayoría fue identificada como SNT (85.7%), seguido de *S. Typhi* (12.9%) (Parra-Payano et al., 2019).

Por otro lado, se reportó una serie de casos entre estudiantes de medicina en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza en el 2011. En total, 13 estudiantes presentaron diarrea, fiebre, dolor abdominal, siendo más grave en una estudiante de 25 años quien presentó diarrea, vómitos, dolor tipo cólico, taquicardia y  $40^{\circ}\text{C}$  de temperatura. Al parecer la causa fue por el consumo de un alimento en el comedor y, en 8 de las 9 personas que entregaron muestras de heces, se logró identificar *S. Enteritidis*

(Carrasco Escobedo et al., 2019).

En otro estudio se analizó 280 muestras de heces de niños menores de 6 años de edad con gastroenteritis o diarrea persistente. Las muestras se recolectaron de cuatro hospitales de Lima: Hospital de Emergencias Pediátricas (HEP), Hospital Nacional Cayetano Heredia (HNCH), Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé (HSB) y el Centro de Salud Materno Infantil Tahuantinsuyo Bajo (CST). En total, el 9% (n=26) de las muestras resultó positivo a *Salmonella* spp, de las cuales 25 aislados fueron identificados como *S. Infantis* y una cepa de *S. Typhimurium* (Granda et al., 2019).

En Lambayeque se realizó la revisión de enteropatógenos detectados en niños menores de 10 años con diarrea aguda. Se analizó 70 muestras de heces y en el 48.6% se identificó el agente etiológico. Se detectó parásitos (25.7%), virus (5.8%), bacterias (17.1%), y en otros no se logró identificar algún agente (51.4%). *Giardia lamblia* (18.6%) y *S. Enteritidis* (10.0%) fueron detectados con mayor frecuencia (Silva-Díaz et al., 2017).

### 3.3.2 Vigilancia de Brotes ETA

En nuestro país, hace 50 años se realiza la vigilancia de *Salmonella* spp a partir de aislados de origen humano, animal, alimentos y del medio ambiente a cargo del Laboratorio de Referencia Nacional de Enteropatógenos (EPT) del Centro Nacional de Salud Pública del Instituto Nacional de Salud (INS) (INS, 2022).

En el Callao se reportó al menos 70 personas afectadas por el consumo de pollo a la brasa en navidad. Los síntomas aparecieron luego de consumir el alimento, que provenía de un mismo restaurante, llevando al internamiento de las personas por 4 días. El serovar aislado fue *S. Enteritidis* (Quino et al., 2020; RPP, 2018).

En el boletín epidemiológico del 7 al 13 de abril del 2019, se notificó 234 brotes por ETA durante los años 2014-2018 a nivel nacional a través del sistema SIEpi-BROTOS del Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades. En promedio se reportó 47 brotes por año, 6098 personas afectadas, 1311 hospitalizados y 29 defunciones (CDC-Perú, 2019a).

Con respecto a las regiones, 23 presentaron casos por ETA, siendo Lima la más afectada (22.2%), seguido de Cusco (11.1%) y Cajamarca (8.5%), a diferencia de La Libertad, Puno y Tacna donde se notificó un brote durante estos años (0.4%) (CDC-Perú, 2019a).

De los 10 brotes del 2018, las causas responsables

fueron *Salmonella* spp (10%), sustancias químicas (20%) y de causa no determinada (70%). En cuanto a los 22 brotes del 2019, se determinó como causa a *Salmonella*/*Escherichia coli* (22.7%), *Salmonella* spp (9.1%), causa no determinada (59.1%) y lo restante (9,1%) en proceso de análisis. Sin embargo, es importante notar que los porcentajes de causas no determinadas son altas en cada año, lo que indicaría tal vez la presencia de otros microorganismos o sustancias químicas (CDC-Perú, 2019a).

En otro boletín del 09 al 15 de junio del 2019, describen que entre el 2008-2019 se notificó 488 brotes por ETA. Se estimó en promedio 41 brotes y 1134 casos (rango=790-1560) por año. En más del 90% de los brotes no se determinó el agente etiológico, el 4% fue por sustancias químicas, generalmente plaguicidas, y el 2% tuvo un origen viral (hepatitis A) (CDC-Perú, 2019b).

En el 2016 se informó 56 brotes por ETA, predominando los casos en los meses de setiembre (14.3%) y abril (12.5%). Además, los brotes fueron mayor en las zonas urbanas (61%) en comparación a las zonas rurales (39%). *Salmonella* spp se identificó en cuatro brotes, *E. coli* en dos brotes y *Entamoeba* en un brote (CDC-Perú, 2017).

En Ancash se registró 26 casos de salmonelosis por el consumo de pollo a la brasa de un restaurante. Algunas personas habían consumido el alimento en el mismo establecimiento y otros lo pidieron para llevar a su hogar, resultando atendidos en el Hospital de Huari (MINSA, 2013).

Durante el 2003 al 2007, la Red Nacional de Epidemiología (RENACE) reportó un total de 134 brotes por ETA, de los cuales el 42.5% se relacionó con casos agudos de salmonelosis. Los alimentos asociados principalmente fueron la crema de mayonesa (27 brotes), salpicones o ensaladas (20 brotes) y bebidas (10 brotes). Los microorganismos identificados fueron 1228 cepas de *Shigella* spp, 781 *Campylobacter* spp, 379 *Salmonella* spp y 141 *Vibrio cholerae* (Zamudio R et al., 2008).

En Trujillo ocurrió un brote por *S. Thompson* llevando a la hospitalización de 545 estudiantes universitarios por el consumo de alimentos contaminados. Se analizó 40 muestras de heces, confirmándose la presencia de *Salmonella* spp (100%) (Gunn & Bullón Loarte, 1980).

### 3.3.3 Estudios de caso-control y factores de riesgo

En Iquitos se reportó un brote por *S. Enteritidis* entre las personas que asistieron a la festividad de Santa Rosa. En total, 212 personas resultaron afectadas, manifestando dolor abdominal (83.02%), náuseas o vómitos (78.77%), fiebre (77.83%), y diarrea (75.94%). La población de 20 a 45 años (51.89%) fue la más afectada, seguido de los niños de 5 a 14 años (20.28%). Los alimentos implicados en la transmisión fueron la mayonesa a base de huevo (OR=4.35, p=0.006), chicha (OR=3.2, p=0.01) y sandía (OR=4.15, p=0.004). Además, 8 aislados de *Salmonella* spp provenientes de las personas, fueron tipificadas como *S. Enteritidis* y al realizar el análisis por PFGE, se confirmó que correspondía a un mismo perfil genético (Arias B et al., 2008).

### 3.3.4 Estudios de atribución

Tras el aumento de casos de *Salmonella* spp en las personas, se analizó 33 aislados de *S. Infantis* provenientes de casos clínicos (n=24) y alimentos (n=9). Con la técnica PFGE se comparó 5 aislados de casos clínicos y 2 aislados recuperados de productos cárnicos avícolas. El resultado fue que los aislados de aves (n=2) tuvieron el mismo patrón genético con el aislado obtenido por hemocultivo (n=1), concluyéndose de que se trataba de una misma cepa en tres distritos de Lima. Además, presentaban el mismo perfil de resistencia antimicrobiana (ácido nalidíxico, ciprofloxacina, tetraciclina, cotrimoxazol y nitrofurantoína). Por otro lado, se reportó una relación genética cercana entre los aislados de Perú con Argentina, ya que se identificó un aislado de *S. Infantis* de Perú relacionado con aislados procedentes de Argentina (Zamudio et al., 2011).

## 3.4 Efectos adversos para la salud internacional

### 3.4.1 Incidencia

La incidencia por iSNT en África y Asia se estima que es de 44.8 (IC95%: 31.5-60.5) por 100 000 personas por año. Al separarlo por continente, la incidencia es mayor en África (51.0, IC95%: 36.3-68.0) comparado con Asia (1.0, IC95%: 0.2-2.5) (Marchello et al., 2021).

En otro estudio se consideró más regiones para realizar el análisis, por lo que se obtuvo en África Subsahariana una incidencia de 34.5 (IC95%: 26.6 – 45.0) por 100 000 personas por año, seguido del Sur de Asia con 2.7 (IC95%: 2.0-3.5), Norte de África y Medio Oriente con 2.5 (IC95%: 2.0-3.2), Latinoamérica y el Caribe con 2.0 (IC95%: 1.5-2.6), Europa Central, Este de Europa y Asia Central con 1.3 (IC95%: 1.0-1.7) y Sudeste de Asia, Este de Asia y Oceanía con 1.2 (IC95%: 0.9-1.6) (GBD, 2019).

En Alberta, Canadá, se analizó los casos de salmonelosis reportados desde el 2007 hasta el 2015 en menores de 18 años. Se reportó 2285 casos de SNT, de los cuales la incidencia de infección y hospitalización fue mayor en menores de 5 años (19.8%) en comparación con los mayores de esta edad (8.6%). Además, el consumo de alimentos se consideró como la fuente más reportada (25.3%), seguido del contacto con animales (18.6%), haber viajado recientemente a un país subdesarrollado (18.9%), transmisión de persona a persona (8.3%), viajes nacionales (1.8%), y por agua para fines recreativos (0.4%) (Faulder et al., 2017).

En Brasil la incidencia de salmonelosis en niños menores de 5 años en el 2012 fue de 23.21 casos por cada 100 000 personas, notándose un incremento para el 2014 a 26.68 casos por 100 000 personas y disminuyendo para el año 2016 con 21.05 casos por 100,000 personas (Perna et al., 2019).

### 3.4.2 Estudios de atribución internacionales

En Brasil, a través de los datos de vigilancia recolectados del 2005-2015 se estableció que la principal fuente de salmonelosis fue por el consumo de huevos de gallinas (39.4%), seguido de la crianza de cerdos (34.5%) y la crianza de pavos y pollos (10%). Los serovares *S. Enteritidis* (43.4%) y *S. Typhimurium* (39.9%) se detectaron con mayor frecuencia, y al determinar la fuente de estos dos serovares, *S. Enteritidis* se detectó en el 84.6% de los casos por el consumo de huevos y *S. Typhimurium* en el 77% de los casos por la crianza de cerdos (Neto et al., 2021).

En África se comparó aislados de *Salmonella* spp provenientes de granjas o heces de pollo (n=33), camales o ambientes de carnicería de rumiantes (n=32), carne o heces de bovino (n=62) y carne o heces de caprino (n=37), con aislados obtenidos de sangre (n=90) y de heces (n=82) de humanos. De los 539 aislados de SNT, los serovares más frecuentes fueron *S. Typhimurium* (16.9%) y *S. Enteritidis* (14.5%). En cuanto a los perfiles alélicos, *S. Enteritidis* ST11, *S. II 42:r:- ST1208*, *S. Typhimurium* ST19, *S. Virchow* ST16 y *S. Heidelberg* ST15 se detectaron tanto en muestras de animales y de humanos (Crump et al., 2021).

En Vietnam, a partir de 672 aislados de SNT de origen humano (53%) y animal (47 %) fueron comparados para determinar la fuente de infección para las personas. Los aislados de origen humano se obtuvieron de muestras de sangre (n=148) y heces (n=211). En cuanto a los animales, provinieron de muestras de heces de pollos (n=136), patos (n=75), cerdos (n=65) y roedores (n=37). Los serovares identificados con mayor frecuencia en humanos fueron *S. Enteritidis* (42%) y *S. Typhimurium* (30%)

provenientes de muestras de sangre y, *S. Typhimurium* (22%) y *S. Weltevreden* (20%) de muestras de heces. Caso similar se detectó en las muestras de origen animal (*S. Typhimurium* 10% y *S. Weltevreden* 14%). Posteriormente, se comparó las secuencias tipo (ST) de *Salmonella* spp obteniéndose que 16 STs se compartían entre aislados de sangre de humano y de animales, y 33 STs de heces de humano y de animales. Además, mediante un modelo bayesiano determinaron que la segunda fuente principal de iSNT para las personas fue el pollo (39%, ICr: 26.4–51.0) y como fuente de SNT en heces fueron las personas con iSNT, los cerdos y roedores (Parisi et al., 2020).

### 3.5 Carga de Salud de *Salmonella* spp

En el 2010 se analizó la carga de salud de 22 enfermedades, obteniéndose en total 2 billones de casos divididos entre diarrea, intoxicaciones y enfermedades entéricas invasivas. Además, se diferenció si los casos provenían por el consumo de alimentos contaminados. De los 584 285 159 casos de diarrea transmitido por alimentos, SNT fue responsable de 78 millones de casos, 28 693 muertes y 2 183 146 DALYs (años de vida ajustados por discapacidad). Por otro lado, de los 25 569 838 casos por patógenos entéricos invasivos, iSNT causó 284 972 casos, 29 391 muertes y 1 794 575 DALYs (Kirk et al., 2015).

En otro estudio evaluaron reportes de iSNT desde 1990 hasta el 2017, obteniendo incidencias estandarizada por edad (por 100 000 personas- año) desde 5.9 en 1990, 10.7 en 2005 y 7.5 en 2017. Al dividirse por región, la incidencia fue mayor en África Subsahariana (34.5), seguido de Asia del Sur (2.7), Norte de África y Medio Oriente (2.5) y Latinoamérica y el Caribe (2.0). En cuanto a la edad, los niños menores de cinco años (34.3) fueron los más susceptibles a tener iSNT. Además, fue responsable de 3.00 millones DALYs en 1990, 5.33 millones en 2005 y 4.26 millones en 2017 (GBD, 2019).

En cuanto a la Unión Europea (UE), en el 2020 se reportó 52 702 casos de salmonelosis, de los cuales el 63.2% fue adquirido en la UE, 1.8% fuera de la UE y en el 35% restante no se determinó el país de origen. Esto representó una tasa de notificación de 13.7 casos por 100 000 personas. Los cinco serovares implicados con mayor frecuencia fueron *S. Enteritidis* (48.7%), *S. Typhimurium* (12.4%), *S. Typhimurium* monofásica (1,4, [5],12:i:-) (11.1%), *S. Infantis* (2.5%) y *S. Derby* (1.2%). Por otro lado, se reportó 694 brotes de *Salmonella* spp por alimentos, causando 3 686 casos, 812 hospitalizaciones y 7 muertes. En el informe también indican que *Salmonella* spp causó el 22.5% de todos los brotes por alimento registrados en ese año. También se realizó la identificación de serovares a partir de 488 brotes, siendo el más frecuente *S. Enteritidis* (82.4%), seguido de *S. Typhimurium* (7.8%), *S. Typhimurium* monofásica (2.7%) y *S. Infantis* (1.0%) (EFSA, 2021).

En Australia se estimó un costo directo de AUD 23.8 millones (ICr90%: 19.3 - 28.9 millones) y costo total de AUD 124.4 millones (ICr90%: 107,4 - 143,1 millones) por salmonelosis a través de modelos considerando 90 833 casos, 4312 hospitalizaciones y 19 muertes en el 2015. Cuando se incluyó datos de enfermedades secundarias como el Síndrome del Intestino Irritable (SII) y Artritis reactiva (ARe), el costo directo ascendió a 35,7 millones (ICr90%: 29,9 - 42,7 millones) y el costo total a AUD 146,8 millones (ICr90%: 127.8 - 167.9 millones) (Ford et al., 2019).

En Estados Unidos se estima que *Salmonella* spp es responsable de 1.3 millones de casos, 26 000 hospitalizaciones y 450 muertes por año (CDC, 2019).

**Tabla 9.** Costo de enfermedad por salmonelosis

País	Año	Costo	Referencia
Reino Unido	2018	£0.21 billones	(Agency, 2018)
Suecia	2018	€25.6 millones	(Sundström, 2018)
Canadá	2000-2015	CAD 287.78 millones	(Jain et al., 2019)
Países Bajos	2012	€6.8 millones	(Suijkerbuijk et al., 2017)
EEUU	2011	USD 394 millones	(CDC, 2011)

**Fuente:** (Ehuwa et al., 2021)

# 4 Evaluación del riesgo

## 4.1 Evaluación de la exposición

### 4.1.1 Consumo de carne de pollo y cerdo

En el Perú, el consumo per cápita de carne de pollo alcanzó los 50.96 kg/hab/año durante el 2021, y con respecto a la carne de cerdo, el consumo per cápita fue de 5.5 kg/hab/año en el 2019.

### 4.1.2 Tasa de crecimiento durante el almacenamiento y tiempo más probable de almacenaje: carne de pollo

La carne de pollo crudo entero tiene una duración de 1 a 2 días en refrigeración y hasta un año en congelación, mientras cuando está en piezas, puede durar hasta 9 meses en congelación (FSIS, 2019a).

**Tabla 10.** Tiempo de almacenamiento de la carne de pollo en refrigeración y congelación

Producto	Refrigeración (4°C)	Congelación (-18°C)
<b>Carne de pollo fresca</b>		
Pollo fresco, entero	1-2 días	1 año
Pollo fresco, piezas	1-2 días	9 meses
Menudencia	1-2 días	3-4 meses
<b>Carne de pollo cocido</b>		
Pollo cocido	3-4 días	4 meses
Caldo de pollo o salsa	3-4 días	2-3 meses
Platos de pollo cocido	3-4 días	4-6 meses
Trozos de pollo cocido cubiertos con caldo o salsa	3-4 días	6 meses
Nuggets de pollo cocidos, empanadas	3-4 días	1-3 meses
Pollo frito	3-4 días	4 meses
Ensalada con pollo	3-5 días	No se congelan bien
Fiambre de pollo (envase cerrado)	2 semanas	1-2 meses
Fiambre de pollo (envase abierto)	3-5 días	1-2 meses
Hot dog de pollo (envase cerrado)	2 semanas	1-2 meses
Hot dog de pollo (envase abierto)	1 semana	1-2 meses
Productos de pollo enlatados	2 a 5 años en despensa	No congelar en lata.

**Fuente:** Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos-EEUU (FSIS, 2019a)

#### 4.1.3 Tratamiento por calor: carne de pollo

Se recomienda una temperatura interna de cocción para la carne de pollo entera de 165°F (74°C). La temperatura debe ser evaluada en la parte más interna de la pierna y el ala, y en la parte más gruesa del pecho. En caso de tener relleno, agregar de 15 a 30 minutos adicionales (FSIS, 2019a).

**Tabla 11.** Temperatura y tiempo aproximado para la cocción de la carne de pollo

Temperatura de cocción de carne de pollo		
Tipo	Horno a °F	Tiempo
Pollo entero: 3-4 lb / 5-7 lb	350	1 ¼ a 1 ½ horas - 2 a 2 ¼ horas
Pollo, pechuga, mitades con hueso: 6 a 8 oz	350	30 a 40 minutos
Pollo, pechuga, mitades sin hueso: 4 oz	350	20 a 30 minutos
Pierna	350	40 a 50 minutos
Ala	350	30 a 40 minutos
Temperatura interior mínima segura		
Alimento	Tipo	Temperatura interior (°F)
Pollo, pavo y otras aves de corral	Todo: ave entera, pechugas, patas, muslos, alas, carne de ave molida, salchichas y relleno dentro del ave de corral	165

**Fuente:** Tablas de seguridad alimentaria (FoodSafety, 2020)

#### 4.1.4 Tasa de crecimiento durante el almacenamiento y tiempo más probable de almacenaje: carne de cerdo

El Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos (FSIS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) recomienda los siguientes tiempos de almacenamiento, en refrigeración y congelación de los alimentos con carne de cerdo (USDA-FSIS, 2013).

**Tabla 12.** Tiempo de almacenamiento de la carne de cerdo en refrigeración y congelación

Producto	Refrigeración (4°C)	Congelación (-18°C)
Carne de cerdo fresco, asados, filetes, chuletas o costillas	3-5 días	4-6 meses
Hígado fresco	1-2 días	3-4 meses
Carne de cerdo preparado en casa, sopas, guisos	3-4 días	2-3 meses
Comidas preparadas en tienda	1-2 días	2-3 meses
Comidas congeladas	Mantener congelado antes de cocinarlas	3-4 meses
Productos enlatados, mantenidos en despensa	2-5 años en despensa, 3-4 días después de abierto	2-3 meses después de abierto

**Fuente:** Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos-EEUU (USDA-FSIS, 2013)

#### 4.1.5 Tratamiento por calor: carne de cerdo

Se recomienda cocinar filetes, chuletas y asados de carne cruda de cerdo a una temperatura interna mínima de 145°F (62.8°C). Además, se indica el reposo de 3 minutos de la carne previo a su consumo (USDA-FSIS, 2013).

**Tabla 13.** Temperatura y tiempo aproximado para la cocción de la carne de cerdo

<b>Para asar carne de cerdo</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Horno a °F</b>	<b>Tiempo</b>
Lomo para asar, con o sin hueso (2-5lb)	350	20 min./lb
Corona para asar (10 lb)	350	12 min./lb
Solomillo de cerdo (½ a 1 ½ lb)	425-450	20 a 27 min en total
Paleta de cerdo (3-6 lb)	350	45 min./lb
Costillas (2-4 lb)	350	1 ½ a 2 horas (o hasta que la carne este tierna)
<b>Temperatura interior mínima segura</b>		
<b>Alimento</b>	<b>Tipo</b>	<b>Temperatura interior (°F)</b>
Carne de cerdo	Filetes, asado, chuletas	145 Tiempo de reposo: 3 minutos
	Carne molida y salchichas	160

**Fuente:** Tablas de seguridad alimentaria (FoodSafety, 2020)

#### 4.1.6 Conclusión de la Evaluación de Exposición

Hay evaluaciones de riesgo cuantitativa de adquisición de *Salmonella* spp asociado al consumo de carne de pollo y cerdo en países desarrollados, siendo importante realizar ese tipo de análisis en países en desarrollo.

## 4.2 Evaluación de riesgo existentes

No se han publicado evaluaciones de riesgo de SNT en carne de aves de corral y cerdo en Perú

## 4.3 Estimación cualitativa del riesgo para Perú

### 4.3.1 Riesgo asociado con carne de pollo y cerdo

A partir de un estudio de metaanálisis se estimó que la incidencia de Salmonelosis no tifoidea invasiva en Latinoamérica y El Caribe es de 2.0 (1.5-2.6) casos por 100 000 personas. En el estudio, Perú aparece con una incidencia de 1.0 – 1.9 casos por 100, 000 personas (GBD, 2019).

### 4.3.2 Riesgo asociado con otros alimentos

En el 2018 ocurrió un brote en el Callao que afectó al menos a 70 personas en navidad. Los síntomas se presentaron después del consumo de pollo a la brasa procedentes de un mismo restaurante (RPP, 2018). Con los aislados obtenidos de *S. Enteritidis* del brote se procedió a compararlos con otras cepas procedentes de Lima y otras regiones, independiente de la fuente u hospedero. En total se analizó 180 cepas de *S. Enteritidis* y todas correspondieron a la secuencia tipo 11 (ST11), por lo que concluyen que este serovar está circulando predominantemente en el país (Quino et al., 2020).

También se ha reportado la presencia de *Salmonella* spp en vegetales. Para ello, se recolectó muestras de col, lechuga y espinaca de cuatro mercados mayoristas (La Parada, Ramón Castilla, Ceres y Caquetá). El 10% de las muestras resultó positivo a *Salmonella* spp, identificándose principalmente en la col (13.3%), seguido de la espinaca (11.7%) y lechuga (5.0%) (Muñoz et al., 2013).

En Iquitos se reportó un brote por *S. Enteritidis* entre las personas que asistieron a la festividad de Santa Rosa. Los alimentos implicados en la transmisión fueron la mayonesa a base de huevo (OR=4.35, p=0.006), chicha (OR=3.2, p=0.01) y sandía (OR=4.15, p=0.004) (Arias B et al., 2008).

En otro estudio se evaluó el tipo de alimento en 32 llamas y su asociación con *Salmonella* spp. Posterior al sacrificio, se recolectó muestras de carne y la cantidad de animales positivos por grupo fue de forma similar: grupo de pastoreo natural (8/16), pastoreo natural con suplemento de alfalfa (4/8) y pastoreo natural con suplemento de alfalfa y vitaminas (5/8) (Gómez-Castillo et al., 2019).

En 14 mercados de Lima y 2 de Callao se analizaron huevos rosados y pardos de gallina. Para ello, se recolectó 4 pooles por mercado, obteniéndose 64 pooles y ninguno resultó positivo a *Salmonella* spp (Cerrón Mercado, 2019). Sin embargo, la situación fue diferente para Chincha, en el cual el 8.69% de las muestras resultaron positivas (Valdez Munayco, 2018).

En Iquitos se analizó 72 muestras de carcasa de majaz procedentes del mercado de Belén. *Salmonella* spp se detectó tanto en las carcasas frescas (48.6%, 18/37) y ahumadas (8.6%, 3/35). De los 25 aislados, se identificó *S. Agona* (45.8%), *S. Infantis* (41.7%), *S. Wangata* (8.3%) y *S. Javiana* (4.2%) (Maguiña-Molina et al., 2021).

Dado que la mayonesa también se le relaciona con brotes por ETA, se evaluó este producto en puestos de venta de comida en la vía pública. Se analizó 120 muestras de mayonesa, de los cuales el 17.5% cumplía con los parámetros de aceptabilidad de la calidad microbiológica. De los microorganismos evaluados, no se detectó *Salmonella* spp (Galindo Sotelo et al., 2019). No obstante, en Huánuco reportaron 46% de muestras de mayonesa positivas procedentes, de igual manera, de puestos de venta ambulatoria de alimentos (Grados Inga, 2018).

En Huancayo, el 11.43% (4/35) de las pollerías y el 10.5% (11/105) de las muestras de mayonesa artesanal resultaron positivas a *Salmonella* spp (Chávez Alania, 2016).

# 5

## Disponibilidad de medidas de control

### 5.1 En la granja

En un estudio se evaluó el efecto del quitosano en pollos en dos ensayos. El primer ensayo evaluó el quitosano al 0.2% administrado en la dieta por siete días (20 animales por cada grupo experimental y control). Al día 4, los animales se desafiaron con  $2 \times 10^5$  UFC de *S. Enteritidis* y al día 7 se sacrificaron. El 45% del grupo experimental y 75% del grupo control resultaron positivos a partir de muestras de ciego y tonsilas cecales. En el segundo ensayo, otro grupo de animales recibió quitosano a la misma concentración por diez días para evaluar la transmisión horizontal (50 animales por cada grupo experimental y control). Al tercer día, 10 animales de cada grupo fueron desafiados con  $10^5$  UFC de *S. Enteritidis* permaneciendo junto con los animales restantes que no fueron desafiados. Al décimo día, los animales desafiados y 20 que estuvieron en contacto fueron sacrificados, resultando el 65% del grupo experimental y 85% del grupo control positivos (Menconi et al., 2014).

En Dinamarca se aplicó programas para reducir la presencia de *Salmonella* spp en la producción aviar y porcina. En el caso de la producción aviar, el programa consistió en la eliminación de lotes de reproductores positivos y el sacrificio de los animales. Además, los animales de lotes positivos eran sacrificados al final del día para evitar la contaminación cruzada y los productores recibían un mejor precio cuando los lotes eran libres de *Salmonella* spp. La eliminación de todo material orgánico, limpieza y desinfección, y un periodo de descanso de 10 a 14 días entre crianzas permitió la reducción de *Salmonella* spp en las granjas de un 65% al inicio del programa (1988-1989), hasta menos del 5% (2000). A su vez, recomiendan el uso de técnicas microbiológicas y serológicas en conjunto para determinar la presencia de *Salmonella* spp, ya que una sola técnica no es suficiente para su detección (Wegener et al., 2003).

Igualmente, el programa de control de *Salmonella* spp en la producción porcina consistió en pruebas de rutina, clasificación de las granjas y sacrificio posterior. Se incentivaba al propietario a reducir

la presencia de *Salmonella* spp mediante un adecuado manejo del alimento, higiene, etc. El sistema de sacrificio era diferente según el nivel que se le otorgaba a cada granja por la frecuencia de *Salmonella* spp. En total se obtuvo una reducción de *Salmonella* spp en los centros de crianza, de 14.7% al 7.2% en hatos pequeños y de 22.2% al 10.4% en hatos grandes (Wegener et al., 2003).

En Europa cerca del 10-20% de los casos de salmonelosis se atribuyen a los productos de carne de cerdo. Por ello, en caso se redujera entre el 80%-90% la prevalencia de *Salmonella* spp en los nódulos linfáticos de los animales, debería reducir también de forma significativa en el número de casos humanos. Luego del análisis cuantitativo, se estableció los siguientes escenarios para reducir la salmonelosis: (1) tener cerdos reproductores libres de *Salmonella* spp reduciría entre el 70%-80% su presencia en los Estados miembros (EM) de la Unión Europea de alta prevalencia y del 10%-20% en los de baja prevalencia; (2) una alimentación únicamente con piensos libres de *Salmonella* spp, reduciría del 10-20 % en los EM de alta prevalencia y del 60-70 % en los de baja prevalencia; y (c) al prevenir la infección de fuentes externas de *Salmonella* spp reduciría entre el 10-20 % la prevalencia en los nódulos linfáticos de los cerdos sacrificados en los EM de alta y baja prevalencia (EFSA, 2010).

En Reino Unido se evaluó un protocolo de limpieza y desinfección entre lotes de cerdos de 10 granjas positivas a *Salmonella* spp. Por cada granja se seleccionó 2 plantas de finalización (intervención y control) y se tomaron muestras antes y después de la limpieza y desinfección, después de la repoblación con el siguiente lote de cerdos (incluido muestras previas de los mismos animales) y previo al transporte al camal. Si bien el nuevo protocolo de limpieza y desinfección reducía la probabilidad de *Salmonella* spp en las plantas de intervención, los animales para la repoblación eran positivos a *Salmonella* spp lo que dificultaba mantener una granja o animales libres de este agente bacteriano. A pesar de ello, el nuevo protocolo reducía la probabilidad de animales positivos a *Salmonella* spp previo al transporte al camal. Por lo tanto, el

estudio reportó que limpiar todos los accesorios de la planta, dejar los corrales vacíos durante 2 o 3 días y usar un desinfectante eficaz son factores que reducen la presencia de *Salmonella* spp en las granjas (Martelli et al., 2017).

En Brasil se comparó el uso de vacuna y prebióticos, por separado, para reducir *Salmonella* spp en la etapa de finalización de cerdos. El prebiótico comercial fue administrado a una concentración de 1600g por tonelada de alimento desde el destete hasta los 63 días, luego 800g desde el día 64 al 78 y 400g desde el día 100 al 173. La vacuna comercial viva modificada fue suministrada por la vía oral después de 24 horas de nacido. Los hisopados rectales de los lechones a la llegada de las granjas, resultó negativo a *Salmonella* spp. Igualmente, la seroprevalencia en cada grupo fue menor del 3%. Sin embargo, se observó un incremento de *Salmonella* spp de hasta el 97% en el grupo de animales vacunados, 50.3% en los animales que recibieron prebióticos y 98.8% en el grupo control, previo al traslado al camal. Con ello, el estudio indica que es importante reforzar la bioseguridad en las granjas, ya que posiblemente influyó en la falla de la protección postvacunal (De Freitas Costa et al., 2020).

## 5.2 En la planta

En Suecia se evaluó cuatro procedimientos de limpieza y desinfección de las cajas de transporte de aves para reducir los niveles de bacterias aerobias y *Enterobacteriaceae*. Los ensayos A y B fueron considerados los protocolos de referencia o estándar que se emplean normalmente en las plantas de faenamiento. En el ensayo A se empleó hipoclorito de sodio (0.5%) y el ensayo B se diferenció por el uso de ácido peracético (0.5%) en la etapa final de la desinfección. En el ensayo C y D se empleó el nuevo protocolo que consistió en el secado de las cajas con aire caliente, agregándose en el ensayo D hipoclorito de sodio (0.5%) en la etapa final. En total se obtuvo 40 hisopados de cada ensayo (durante el remojo de las cajas y al final de la desinfección). El promedio de bacterias aerobias previo a la desinfección en los ensayos fue de 7.3 log UFC/ml (A), 7.1 log UFC/ml (B), 7.3 log UFC/ml (C) y 7.0 log UFC/ml (D). La mayor reducción del total de bacterias fue en el ensayo D (3.4 log,) sin embargo, no hubo diferencia estadísticamente significativa con el ensayo A. Con respecto a la cantidad de *Enterobacteriaceae*, previo a la desinfección se obtuvo 4.5 log UFC/ml (A), 4.3 log UFC/ml (B), 4.8 log UFC/ml (C) y 4.1 log UFC/ml (D). Igualmente, la reducción fue mayor para el ensayo D (3.8 log) y, además, el 85% de las muestras en la etapa final de la desinfección fueron negativas

a *Enterobacteriaceae*. La desventaja de este nuevo protocolo es que consume más energía y, sumándose a ello, los cambios técnicos necesarios para implementarlo, incrementaría el costo de faenamiento. Sin embargo, el estudio también menciona que, considerando un mejor control de la cantidad de bacterias, el costo estaría justificado (Dzieciolowski et al., 2022).

En otro estudio se empleó cinco serovares de *Salmonella* spp (*S. Typhimurium*, *S. Heidelberg*, *S. Minnesota*, *S. Enteritidis* y *S. Saintpaul*) a una concentración de 8 log<sub>10</sub> UFC/ml por cada cepa. El coctel de cepas se inoculó en piel de pollos adquirido de supermercados (previamente tratadas con luz UV y lavadas con agua destilada), manteniéndose por 20 minutos a 8°C. Se evaluó diferentes concentraciones de manera individual de ácido peracético (APA), bisulfato de sodio (BS), ácido láctico (AL), ácido fosfórico (AF), ácido cítrico (AC) y combinaciones de APA con los otros ácidos orgánicos y BS durante 15 segundos, 5 minutos o 30 minutos. Además, se evaluó el uso del ultrasonido a 40kHz después del tratamiento con APA(0.07%)+BS(2%) y APA(0.14%)+BS(2%). Los esquemas se evaluaron de manera *in vitro* con la prueba de Mínima Concentración Inhibitoria (MIC), en el cual se notó un sinergismo cuando se empleaba combinaciones de APA (0.05%)+BS(0.75%), APA(0.03%)+AL(0.75%) y APA(0.02%)+AC(0.5%) y APA(0.03%)+AF(0.5%) a diferencia cuando se empleaba de forma única (APA:0.07%, BS:1.5%) (Laranja et al., 2021).

Sin embargo, la reducción de *Salmonella* spp en piel se evaluó mediante la técnica de Mínima concentración bactericida (MBC) en el cual no se logró inhibir el crecimiento de *Salmonella* spp con las combinaciones descritas anteriormente. A una mayor concentración de APA (0.14%) se logró una mayor reducción de *Salmonella* spp (2.59 log<sub>10</sub> UFC/g) durante 15 segundos, resultando todo lo contrario cuando se aumentaba el tiempo. Al emplear APA+AL o APA+CA, la reducción fue más de 2 log<sub>10</sub> UFC/g, sin embargo, el esquema que redujo en mayor cantidad *Salmonella* spp fue APA (0.14%) + BS (2%). Además, el uso del ultrasonido no mejoró en la reducción de *Salmonella* spp. Por otro lado, se debe considerar en todo tratamiento el color y la textura de la piel ya que influyen en la compra del consumidor. El esquema APA (0.07%)+BS(2%) durante 15 segundos resultó el mejor ya que no causó alguna alteración (Laranja et al., 2021).

En otro estudio se evaluó la acción del ácido peracético (APA) a distintos valores de pH y tiempos de exposición en alas de pollos. Las muestras se inocularon con aproximadamente 7 log<sub>10</sub> UFC/ml

de *S. Typhimurium*, mantenidas a temperatura de ambiente por 15 minutos para que se adhiriera *Salmonella* spp. Posteriormente se trataron con APA (50 ppm y 500 ppm), a pH (8.2, 10 y 11) y otro esquema de comparación que fue hidróxido de sodio (NaOH) a pH 11 por 10 segundos y 60 minutos. El esquema de 50 ppm de APA, en los tres niveles de pH, por 10 segundos resultó en una reducción de 0.64 log<sub>10</sub> UFC/ml (pH 8.2), 0.55 log<sub>10</sub> UFC/ml (pH 10) y 0.57 log<sub>10</sub> UFC/ml (pH 11), no siendo diferente estadísticamente con el tratamiento de NaOH (pH 11). Sin embargo, la concentración de 500 ppm de APA, durante 10 segundos disminuyó en 1 log<sub>10</sub> UFC/ml la cantidad de *S. Typhimurium*, sin que se vea afectado por los valores de pH. Con respecto al tiempo de 60 minutos, la reducción fue mayor, sin embargo, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de tratamientos (Kataria et al., 2020).

En EEUU se monitorea las plantas de procesamiento para limitar la contaminación de las canales de pollo con *Salmonella* spp. Los porcentajes máximos aceptables positivos a *Salmonella* spp en un periodo de 52 semanas es de 9.8% en canales de pollo, 25% en pollo desmenuzado y 15.4% en partes de pollos. En caso de detectar porcentajes elevados, la USDA – Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos (FSIS) recomienda cambios para mejorar el procesamiento (FSIS, 2019b; Thames & Sukumaran, 2020)

En el caso de la producción porcina, se evaluó la eliminación de *Salmonella* spp posterior a la vacunación con Enterisol® Ileitis, vacuna de tipo viva modificada contra *Lawsonia intracellularis*. Se reporta que esta bacteria favorece la eliminación continua de *Salmonella* spp por lo que su control mejoraría el estatus sanitario de la granja con respecto a las dos bacterias. Para ello se evaluó 439 animales vacunados y 270 animales no vacunados seguidos durante 10 meses en cuatro unidades de finalización. Posteriormente, en la planta de faenamiento se recolectó muestras de sangre reportándose que la frecuencia de animales positivos a *Salmonella* spp fue menor en los animales vacunados en comparación con los no vacunados, siendo estadísticamente significativo (punto de corte OD40%: 13.4% vs 32.6%; punto de corte OD 10%: 64.9% vs 78.5%) (Meschede et al., 2021).

En Colombia se evaluó el impacto del sistema HACCP en dos plantas de faenamiento para reducir *Salmonella* spp en la carne de cerdo. Una planta tenía implementado el sistema HACCP, mientras que la otra planta no y presentaba deficiente manejo de buenas prácticas. El número de *Salmonella*

spp iba disminuyendo en cada paso de la planta con sistema HACCP, a diferencia de la otra planta, identificándola hasta en la distribución y venta por menor. Mediante un modelo se estimó un aumento de 10 veces la probabilidad de que un consumidor adquiriera una porción contaminada a partir de una planta sin sistema HACCP en comparación con una planta que si tiene el sistema (Fajardo-Guerrero et al., 2020).

### 5.3 En distribución y puntos de venta

Las buenas prácticas de higiene son fundamentales para prevenir la contaminación de los alimentos durante el almacenamiento, preparación y entrega. En este punto, la EFSA recomienda mantener la cadena de frío de la carne desde la distribución hasta su consumo (EFSA, 2014).

### 5.4 En el hogar

FSIS con otras entidades de los EEUU realizó un estudio en el cual se evaluó un programa de intervención. Este programa consistió en enviar mensajes sobre no lavar la carne de pollo, usar diferentes tablas de picar, lavado de manos y limpieza de superficies previo a la manipulación de los alimentos. En total, el 93% de los participantes del grupo de intervención no realizaron el lavado de la carne, a diferencia del 39% en el grupo control. Este cambio se debió a que el 66% de los participantes informó que los anuncios influyeron en su forma de cocinar. Por otro lado, los mensajes sobre el lavado de manos no llevaron a ningún cambio ya que sólo el 4% de los intentos de lavarse las manos previo a iniciar la preparación del alimento, lo realizó adecuadamente con agua y jabón durante 20 segundos (Bernstein et al., 2020).

En general se recomienda no lavar la carne previa a la cocción, ya que después del lavado, las bacterias presentes en la carne pueden contaminar los utensilios como la tabla de picar y cuchillos, otros alimentos y superficies de lavaderos. Esta indicación se da porque la seguridad alimentaria ha mejorado a través de los años y durante el procesamiento de la carne se realiza la limpieza de la misma, por lo que no necesitaría más lavados en el hogar (FSIS, 2020).

Al lavar la carne y no realizar una adecuada limpieza de las superficies, algunas bacterias pueden permanecer y aumentar el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos. Además, FSIS indica que la cocción a una temperatura adecuada para cada tipo de carne elimina las bacterias por lo que no se necesita de lavados previos. Por ello recomienda emplear un termómetro para

alimentos y determinar si se ha alcanzado la temperatura óptima (FSIS, 2020).

Ante esto, la CDC recomienda estos cuatro puntos (CDC, 2022):

1. Evitar la contaminación cruzada de los alimentos (Ejemplo: preparar alimentos que no se cocinarán, como las ensaladas, previo a la preparación de carnes)
2. Refrigerar los alimentos adecuadamente para evitar que las bacterias se multipliquen
3. Lavarse las manos con agua y jabón durante 20 segundos antes, durante y después de la preparación de los alimentos
4. Cocinar a temperaturas adecuadas midiéndolo con un termómetro para alimentos.

Algunas personas remojan el jamón, el tocino o carne salada de cerdo porque creen que reducirá la cantidad de sal, sin embargo, este procedimiento elimina pocas cantidades y no lo recomiendan (FSIS, 2020).

Por otro lado, el uso de bacteriófagos y ácido láctico (AL) se evaluó en trozos de lomos de cerdo marinados crudos (200-300g) inoculados con  $10^6$  UFC/ml de un coctel de *Salmonella* spp (S. Enteritidis, S. Montevideo y S. Heidelberg). Los serovares seleccionados se aislaron de casos humanos (S. Enteritidis y S. Heidelberg) y de bovino (S. Montevideo). Para ello, las muestras inoculadas permanecieron por 30 minutos a 4°C para que *Salmonella* spp pueda adherirse a la carne y posteriormente, se realizó el proceso de marinado con 0.35% de cloruro de sodio y 0.45% de trifosfato de sodio por 1 hora. Luego las muestras fueron divididas en cinco esquemas de tratamiento (control, agua desionizada, AL 2.5%, Fago 5% y AL 2.5%+Fago 5%) permaneciendo por 1 hora a 4°C. Los resultados indicaron que el uso de fago 5% y su combinación con AL logró la reducción de *Salmonella* spp en 2.3 log y 2.35 log, respectivamente. A pesar de que en el grupo control y de agua desionizada la carga también fue disminuyendo, en los otros esquemas la reducción fue mayor (S. Li et al., 2022).

# 6

## Brechas de información

En el presente Perfil de Riesgo se ha identificado los puntos donde se deben realizar estudios para conocer la prevalencia de *Salmonella* no tifoidea (SNT) en la cadena de producción y consumo de carne de aves de corral y cerdo en el país (Tabla 14).

**Tabla 14.** Brechas identificadas en la cadena de producción aviar y porcina para realizar una evaluación de riesgo

Nivel	Objetivo	Brechas de información
Producción primaria (granja).	Prevalencia y frecuencia del patógeno a nivel de granjas y equipos.	Datos de prevalencia de <i>Salmonella</i> no tifoidea (SNT) e identificación de serovares en las granjas de aves y cerdos, comparación de datos en el tiempo y entre sistemas de producción
Planta de procesamiento.	Prevalencia y cuantificación del patógeno.	Datos de prevalencia de <i>Salmonella</i> no tifoidea (SNT) en las plantas de procesamiento. Recuento del patógeno en cada etapa y en los equipos.
Retail (comercialización).	Prevalencia y cuantificación del patógeno.	Datos de prevalencia y cuantificación de <i>Salmonella</i> no tifoidea (SNT) en carne de ave de corral y cerdo (nacional e importada) en mercados y supermercados.
Preparación y consumo.	Caracterización de preparación y consumo	Datos sobre las prácticas de preparación de la carne (tiempo, temperatura de cocción, limpieza de los utensilios) en los hogares, restaurantes y distribuidores minoristas.
Estudios epidemiológicos y otros	Estudios de atribución y reporte de brotes	Estudios de tipificación y genotipificación de <i>Salmonella</i> no tifoidea (SNT) en la cadena productiva.

# 7

## Conclusiones y recomendaciones

En el Perú se ha detectado *Salmonella* spp en granjas dedicadas a la crianza de pollos de carne (48.71%), plantas de beneficio (canales evisceradas: 25.6% y no evisceradas: 21.3%) y en los mercados (14.67%-62%). *S. Infantis* (91.43%) es el serovar detectado con mayor frecuencia y también de casos clínicos procedentes de la población. Además, se reporta la resistencia a más de cinco antibióticos en el 74.1% de aislados de *S. Infantis* procedentes de casos clínicos. Con ello, se resalta la presencia de *Salmonella* spp en la cadena de la producción aviar y la importancia de fortalecer alianzas estratégicas con el INS en el marco de One Health a fin de vigilar la resistencia antimicrobiana en los principales serovares de *Salmonella* spp.

En el caso de la producción porcina, se reporta *S. Derby* (6.3%) a partir de canales procedentes camales, y *Salmonella* spp en un 6.6% de muestras de carne a partir de mercados.

Si bien los casos de salmonelosis no tifoidea se dan generalmente por *S. Enteritidis* y *S. Typhimurium*, se recomienda realizar más estudios de atribución para determinar el rol de la carne de pollo y cerdo con casos clínicos en la población de nuestro país.

Además, el reporte de una cepa de *S. Infantis* relacionada con cepas de Argentina de casos clínicos, sería motivo para enfatizar el análisis de la carne importada. Por otro lado, SNT se asocia con el síndrome del intestino irritable y artritis reactiva, y no se conoce la carga económica ni cómo afecta en la calidad de vida de las personas.

En otros países se está implementando medidas para reducir su presencia en la cadena de producción, ya sea a nivel de granjas, plantas de procesamiento y la distribución del producto en los mercados. Por lo descrito previamente, la realización de estudios en este patógeno llevaría a conocer su comportamiento en cada etapa de la producción para así reducir y prevenir nuevos casos en nuestro país.

# 8

## Referencias

Adeyanju, G. T., & Ishola, O. (2014). Salmonella and Escherichia coli contamination of poultry meat from a processing plant and retail markets in Ibadan, Oyo State, Nigeria. SpringerPlus, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-139>

Adriana, V., Breslin, T. J., Marks, B. P., Alicia, O. R., Hall, N. O., Booren, A. M., & Ryser, E. T. (2010). Enhanced thermal resistance of salmonella in marinated whole muscle compared with ground pork. Journal of Food Protection, 73(2), 372–375. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-73.2.372>

Agency, F. (2018). The Burden of Foodborne Disease in the UK 2018 . <https://www.food.gov.uk/research/foodborne-disease/the-burden-of-foodborne-disease-in-the-uk-2018-0>

Akbar, A., & Anal, A. K. (2015). Isolation of Salmonella from ready-to-eat poultry meat and evaluation of its survival at low temperature, microwaving and simulated gastric fluids. Journal of Food Science and Technology, 52(5), 3051–3057.

Akil, L., & Ahmad, H. A. (2019). Quantitative Risk Assessment Model of Human Salmonellosis Resulting from Consumption of Broiler Chicken. Diseases (Basel, Switzerland), 7(1), 19. <https://doi.org/10.3390/DISEASES7010019>

Alfaro-Mora, R. (2018). Aspectos relevantes sobre Salmonella sp en humanos . Revista Cubana de Medicina General Integral , 34. <http://www.revmgisld.cu/index.php/mgi/rt/printerFriendly/957/208>

Alpigiani, I., Bacci, C., Lanzoni, E., Brindani, F., & Bonardi, S. (2014). Salmonella Enterica Prevalence in Finishing Pigs at Slaughter Plants in Northern Italy. Italian Journal of Food Safety, 3(2), 81–84. <https://doi.org/10.4081/IJFS.2014.1609>

Angulo, F. J., Tippen, S., Sharp, D. J., Payne, B., Collier, C., Hill, J. E., Barrett, T. J., Clark, R. M., Geldreich, E. E., Denny Donnell, H., & Swerdlow, D. L. (1997). A community waterborne outbreak of salmonellosis and the effectiveness of a boil water order. American Journal of Public Health, 87(4), 584. <https://doi.org/10.2105/AJPH.87.4.580>

Antunes, P., Mourão, J., Campos, J., & Peixe, L. (2016). Salmonellosis: The role of poultry meat. In Clinical Microbiology and Infection (Vol. 22, Issue 2, pp. 110–121). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2015.12.004>

Arias B, I., Zamudio R, M. L., Luna P, M. A., Valenzuela W, A., Segovia L, E., Villanueva H, E., & Cáceres R, O. A. (2008). Uso de PFGE en la investigación de brote por Salmonella enteritidis en la localidad de Inahuaya, Región Loreto. 2006 Perú. Bol. Inst. Nac. Salud. , 197–198. <http://repositorio.ins.gob.pe/handle/INS/545>

Arnedo-Pena, A., Vivas-Fornas, I., Meseguer-Ferrer, N., Tirado-Balaguer, M. D., Yagüe-Muñoz, A., Herrera-León, S., Sabater-Vidal, S., Romeu-García, M. Á., Vizcaino Batllés, A., Bellido-Blasco, J. B., & Moreno-Muñoz, R. (2018). Comparison of sporadic cases of Salmonella Typhimurium with other Salmonella serotypes in Castellon (Spain): case-case study. Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (English Edition), 36(8), 478–483. <https://doi.org/10.1016/J.EIMCE.2017.08.018>

Arnold Ríos, C., Morales-Cauti, S., Miguel Vilca, L., Andrea Carhuallanqui, P., & Daphne Ramos, D. (2019). Determinación del perfil de resistencia antibiótica de Salmonella enterica aislada de cerdos faenados en un matadero de Lima, Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú, 30(1), 438–445. <https://doi.org/10.15381/RIVP.V30I1.15701>

Baali, M., Lounis, M., Amir, H. L. Al, Ayachi, A., Hakem, A., & Kassah-Laouar, A. (2020). Prevalence, seasonality, and antimicrobial resistance of thermotolerant *Campylobacter* isolated from broiler farms and slaughterhouses in East Algeria. *Veterinary World*, 13(6), 1228. <https://doi.org/10.14202/VETWORLD.2020.1221-1228>

Barua, H., Biswas, P. K., Olsen, K. E. P., & Christensen, J. P. (2012). Prevalence and Characterization of Motile *Salmonella* in Commercial Layer Poultry Farms in Bangladesh. *PLOS ONE*, 7(4), e35914. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0035914>

Berghaus, R. D., Thayer, S. G., Law, B. F., Mild, R. M., Hofacre, C. L., & Singer, R. S. (2013). Enumeration of *Salmonella* and *Campylobacter* spp. in environmental farm samples and processing plant carcass rinses from commercial broiler chicken flocks. *Applied and Environmental Microbiology*, 79(13), 4106–4114. <https://doi.org/10.1128/AEM.00836-13/ASSET/F04C820C-CD74-48EE-B0A2-73635BC40D85/ASSETS/GRAPHIC/ZAM9991045040003.JPEG>

Bernstein, C., Cates, S. C., Lavalley, A., Shumaker, E., Blake, C., Usda, J. B., Chapman, B., Shelley, L. A., Goulter, R. M., Goodson, L., Kirchner, M., Lee, C. S., Jaykus, A., Usda, C. B., & Brophy, J. (2020). Food Safety Consumer Research Project: Meal Preparation Experiment on Raw Stuffed Chicken Breasts. [https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media\\_file/2021-04/fscrp-yr3-nrte-final-report.pdf](https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media_file/2021-04/fscrp-yr3-nrte-final-report.pdf)

Bonardi, S., Alpigiani, I., Bruini, I., Barilli, E., Brindani, F., Morganti, M., Cavallini, P., Bolzoni, L., & Pongolini, S. (2016). Detection of *Salmonella enterica* in pigs at slaughter and comparison with human isolates in Italy. *International Journal of Food Microbiology*, 218, 44–50. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2015.11.005>

Boubendir, S., Arsenault, J., Quessy, S., Thibodeau, A., Fravallo, P., Thériault, W. P., Fournaise, S., & Gaucher, M. Lou. (2021). *Salmonella* contamination of broiler chicken carcasses at critical steps of the slaughter process and in the environment of two slaughter plants: Prevalence, genetic profiles, and association with the final carcass status. *Journal of Food Protection*, 84(2), 321–332. <https://doi.org/10.4315/JFP-20-250/2619089/JFP-20-250.PDF>

Brenner, F. W., Villar, R. G., Angulo, F. J., Tauxe, R., & Swaminathan, B. (2000). *Salmonella* nomenclature. *Journal of Clinical Microbiology*, 38(7), 2465–2467. <https://doi.org/10.1128/JCM.38.7.2465-2467.2000>

Bridier, A., Le Grandois, P., Moreau, M. H., Prénom, C., Le Roux, A., Feurer, C., & Soumet, C. (2019). Impact of cleaning and disinfection procedures on microbial ecology and *Salmonella* antimicrobial resistance in a pig slaughterhouse. *Scientific Reports* 2019 9:1, 9(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49464-8>

Buchwald, D. S., & Blaser, M. J. (1984). A Review of Human Salmonellosis: II. Duration of Excretion Following Infection with Nontyphi *Salmonella*. *Clinical Infectious Diseases*, 6(3), 345–356. <https://doi.org/10.1093/clinids/6.3.345>

Burgess, C. M., Gianotti, A., Gruzdev, N., Holah, J., Knøchel, S., Lehner, A., Margas, E., Esser, S. S., Sela Saldinger, S., & Tresse, O. (2016). The response of foodborne pathogens to osmotic and desiccation stresses in the food chain. *International Journal of Food Microbiology*, 221, 37–53. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2015.12.014>

Carrasco Escobedo, E. J., Sánchez-Hurtado, L., Carrasco-Lozano, J. G., & Velásquez-Pomar, J. (2019). Un brote de salmonelosis no tífica entre internos de medicina en un hospital general. *Revista de La Sociedad Peruana de Medicina Interna*. <http://revistamedicinainterna.net/index.php/spmi/article/view/402>

Castañeda-Gulla, K., Sattlegger, E., & Mutukumira, A. N. (2020). Persistent contamination of *Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, and *Staphylococcus aureus* at a broiler farm in New Zealand. *Canadian Journal of Microbiology*, 66(3), 171–185. <https://doi.org/10.1139/CJM-2019-0280>

CDC-Perú. (2017). Boletín Epidemiológico del Perú Volumen 26-SE 7. <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2017/07.pdf>

CDC-Perú. (2019a). Boletín Epidemiológico del Perú Volumen 28-SE 15. <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2019/15.pdf>

CDC-Perú. (2019b). Boletín Epidemiológico del Perú Volumen 28-SE 24. <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2019/24.pdf>

CDC. (2011). Cost of Illness . Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/policy/polaris/economics/cost-illness/index.html>

CDC. (2018). National Enteric Disease Surveillance: Salmonella Annual Report 2016.

CDC. (2019). Salmonella. U.S. Department of Health & Human Service. <https://www.cdc.gov/salmonella/index.html>

CDC. (2022). Four Steps to Food Safety. <https://www.cdc.gov/foodsafety/keep-food-safe.html>

CFSA. (2021). Preliminary Quantitative Risk Assessment of the Effects of Non-typhoid Salmonella Contamination in Retail Chicken Meat on Public Health in China. China National Center for Food Safety Risk Assessment, 1–8. <http://www.cfsa.net.cn:8033/UpLoadFiles/news/upload/2021/2021-12/5c1b286a-040c-4d48-860a-2736f4446a16.pdf>

Chávez Alania, F. L. (2016). Frecuencia de Salmonella spp en mayonesa preparada en pollerías ubicadas en la ciudad de Huancayo-2015. Universidad Alas Peruanas.

Chiou, C. S., Hung, C. S., Torpdahl, M., Watanabe, H., Tung, S. K., Terajima, J., Liang, S. Y., & Wang, Y. W. (2010). Development and evaluation of multilocus variable number tandem repeat analysis for fine typing and phylogenetic analysis of Salmonella enterica serovar Typhimurium. International Journal of Food Microbiology, 142(1–2), 67–73. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2010.06.001>

Christiansen, P., Krag, R., & Aabo, S. (2009). Effect of hot water and lactic acid decontamination on Escherichia coli, Salmonella Typhimurium and Yersinia enterocolitica on pork.

Codex. (2011). Directrices para el control de Campylobacter y Salmonella en la carne de pollo. [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsite%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%2B78-2011%252FCXG\\_078s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsite%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%2B78-2011%252FCXG_078s.pdf)

Cosby, D. E., Cox, N. A., Harrison, M. A., Wilson, J. L., Jeff Buhr, R., & Fedorka-Cray, P. J. (2015). Salmonella and antimicrobial resistance in broilers: A review. Journal of Applied Poultry Research, 24(3), 408–426. <https://doi.org/10.3382/JAPR/PFV038>

Crump, J. A., & Mintz, E. D. (2010). Global trends in typhoid and paratyphoid fever. Clinical Infectious Diseases : An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America, 50(2), 246. <https://doi.org/10.1086/649541>

Crump, J. A., Thomas, K. M., Benschop, J., Knox, M. A., Wilkinson, D. A., Midwinter, A. C., Munyua, P., Ochieng, J. B., Bigogo, G. M., Verani, J. R., Widdowson, M. A., Prinsen, G., Cleaveland, S., Karimuribo, E. D., Kazwala, R. R., Mmbaga, B. T., Swai, E. S., French, N. P., & Zadoks, R. N. (2021). Investigating the Meat Pathway as a Source of Human Nontyphoidal Salmonella Bloodstream Infections and Diarrhea in East Africa. Clinical Infectious Diseases, 73(7), e1570–e1578. <https://doi.org/10.1093/CID/CIAA1153>

Davies, R. H., & Wray, C. (1996). Seasonal variations in the isolation of Salmonella typhimurium, Salmonella enteritidis, Bacillus cereus and Clostridium perfringens from environmental samples. Zentralblatt Fur Veterinarmedizin. Reihe B. Journal of Veterinary Medicine. Series B, 43(2), 119–127. <https://doi.org/10.1111/J.1439-0450.1996.TB00295.X>

De Freitas Costa, E., Kich, J. D., Miele, M., Morés, N., Amaral, A., Coldebella, A., Cardoso, M., & Corbellini, L. G. (2020). Evaluation of two strategies for reducing the spread of Salmonella in commercial swine herds during the finishing phase and their incremental cost-effectiveness ratios. Semina: Ciências Agrárias, 41(2), 505–516. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020V41N2P505>

Djeffal, S., Mamache, B., Elgroud, R., Hireche, S., & Bouaziz, O. (2018). Prevalence and risk factors for Salmonella spp. contamination in broiler chicken farms and slaughterhouses in the northeast of Algeria. Veterinary World, 11(8), 1102. <https://doi.org/10.14202/VETWORLD.2018.1102-1108>

Draper, A. D., James, C. L., Pascall, J. E., Shield, K. J., Langrell, J., & Hogg, A. (2017). An outbreak of Salmonella Muenchen after consuming sea turtle, Northern Territory, Australia, 2017 - PubMed. *Commun Dis Intell Q Rep*, E290–E294.

Duarte, D. A. M., Ribeiro, A. R., Vasconcelos, A. M. M., Santos, S. B., Silva, J. V. D., de Andrade, P. L. A., & Falcão, L. S. P. da C. de A. (2009). Ocorrência de Salmonella spp. em carcaças de frango e sua suscetibilidade a agentes antimicrobianos. *Brazilian Journal of Microbiology*, 40(3), 569–573. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822009000300020>

Dzieciolowski, T., Boqvist, S., Rydén, J., & Hansson, I. (2022). Cleaning and disinfection of transport crates for poultry - comparison of four treatments at slaughter plant. *Poultry Science*, 101(1), 101521. <https://doi.org/10.1016/J.PSJ.2021.101521>

EFSA. (2010). Scientific Opinion on a Quantitative Microbiological Risk Assessment of Salmonella in slaughter and breeder pigs. *EFSA Journal*, 8(4), 1547. <https://doi.org/10.2903/J.EFSA.2010.1547>

EFSA. (2014). Scientific Opinion on the public health risks related to the maintenance of the cold chain during storage and transport of meat. Part 1 (meat of domestic ungulates). *EFSA Journal*, 12, 3601. <https://doi.org/10.2903/J.EFSA.2014.3601>

EFSA. (2021). The European Union One Health 2020 Zoonoses Report. *EFSA Journal*, 19(12), 37–39. <https://doi.org/10.2903/J.EFSA.2021.6971>

Ehuwa, O., Jaiswal, A. K., & Jaiswal, S. (2021). Salmonella, Food Safety and Food Handling Practices. *Foods*, 10(5), 907. <https://doi.org/10.3390/FOODS10050907>

Eikmeier, D., Medus, C., & Smith, K. (2018). Incubation period for outbreak-associated, non-typhoidal salmonellosis cases, Minnesota, 2000–2015. *Epidemiology and Infection*, 146(4), 423–429. <https://doi.org/10.1017/S0950268818000079>

El-Sharkawy, H., Tahoun, A., Rizk, A. M., Suzuki, T., Elmonir, W., Nassef, E., Shukry, M., Germoush, M. O., Farrag, F., Bin-Jumah, M., & Mahmoud, A. M. (2020). Evaluation of Bifidobacteria and Lactobacillus Probiotics as Alternative Therapy for Salmonella typhimurium Infection in Broiler Chickens. *Animals* 2020, Vol. 10, Page 1023, 10(6), 1023. <https://doi.org/10.3390/ANI10061023>

El Peruano. (2019). Aprueban el Plan Multisectorial para enfrentar la Resistencia a los Antimicrobianos 2019 - 2021 y crean Comisión Multisectorial de Naturaleza Permanente. *El Peruano*, 29–31. <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-el-plan-multisectorial-para-enfrentar-la-resistenci-decreto-supremo-n-010-2019-sa-1770600-1>

Eng, S. K., Pusparajah, P., Ab Mutalib, N. S., Ser, H. L., Chan, K. G., & Lee, L. H. (2015). Salmonella: A review on pathogenesis, epidemiology and antibiotic resistance. *Frontiers in Life Science*, 8(3), 284–293. <https://doi.org/10.1080/21553769.2015.1051243>

Fajardo-Guerrero, M., Rojas-Quintero, C., Chamorro-Tobar, I., Zambrano, C., Sampedro, F., & Carrascal-Camacho, A. K. (2020). Exposure assessment of Salmonella spp. in fresh pork meat from two abattoirs in Colombia. *Food Science and Technology International*, 26(1), 21–27. <https://doi.org/10.1177/1082013219864746>

Faulder, K. E., Simmonds, K., & Robinson, J. L. (2017). The Epidemiology of Childhood Salmonella Infections in Alberta, Canada. *Foodborne Pathogens and Disease*, 14(6), 364–369. <https://doi.org/10.1089/FPD.2016.2259>

Ferrari, R. G., Panzenhagen, P. H. N., & Conte-Junior, C. A. (2017). Phenotypic and Genotypic Eligible Methods for Salmonella Typhimurium Source Tracking. *Frontiers in Microbiology*, 8, 2587. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2017.02587>

Foley, S. L., Lynne, A. M., & Nayak, R. (2009). Molecular typing methodologies for microbial source tracking and epidemiological investigations of Gram-negative bacterial foodborne pathogens. *Infection, Genetics and Evolution: Journal of Molecular Epidemiology and Evolutionary Genetics in Infectious Diseases*, 9(4), 430–440. <https://doi.org/10.1016/J.MEEGID.2009.03.004>

Foley, S. L., White, D. G., McDermott, P. F., Walker, R. D., Rhodes, B., Fedorka-Cray, P. J., Simjee, S., & Zhao, S. (2006). Comparison of subtyping methods for differentiating *Salmonella enterica* serovar Typhimurium isolates obtained from food animal sources. *Journal of Clinical Microbiology*, 44(10), 3569–3577. <https://doi.org/10.1128/JCM.00745-06>

FoodSafety. (2020). Gráficos para asar carne de res y de aves . FoodSafety.Gov. <https://espanol.foodsafety.gov/tablas-de-seguridad-alimentaria-mg6s/tablas-para-carne-de-res-aves-de-corrall>

Ford, L., Haywood, P., Kirk, M. D., Lancsar, E., Williamson, D. A., & Glass, K. (2019). Cost of Salmonella Infections in Australia, 2015. *Journal of Food Protection*, 82(9), 1607–1614. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-105>

Ford, L., Kirk, M., Glass, K., & Hall, G. (2014). Sequelae of Foodborne Illness Caused by 5 Pathogens, Australia, Circa 2010. *Emerging Infectious Diseases*, 20(11), 1871. <https://doi.org/10.3201/EID2011.131316>

Forrest, A. (1975). Fundamentos de la Ciencia de la Carne. In *Meat Science* (Issue 3). Acribia S.A. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2011.09.010>

FSIS. (2019a). Chicken from Farm to Table. Food Safety and Inspection Service. <https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/poultry/chicken-farm-table>

FSIS. (2020). Washing Food: Does it Promote Food Safety? . <https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/food-safety-basics/washing-food-does-it-promote-food>

FSIS, U. (2019b). Food Safety and Inspection Service Pathogen Reduction-Salmonella and Campylobacter Performance Standards Verification Testing. [https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media\\_file/2021-02/24\\_IM\\_PR\\_Sal\\_Campy.pdf](https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media_file/2021-02/24_IM_PR_Sal_Campy.pdf)

GBD. (2019). The global burden of non-typhoidal salmonella invasive disease: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet. Infectious Diseases*, 19(12), 1324. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(19\)30418-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(19)30418-9)

Giraldo-Cardona, J. P., Gualdrón-Ramírez, D., Chamorro-Tobar, I., Pulido-Villamarín, A., Santamaría-Durán, N., Castañeda-Salazar, R., Zambrano-Moreno, C., & Carrascal-Camacho, A. K. (2019). Salmonella spp. prevalence, antimicrobial resistance and risk factor determination in Colombian swine farms. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 39(10), 816–822. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-6156>

Gómez-Castillo, M. A., Silva-Jaimes, M. I., Salvá-Ruíz, B., & Elías-Peñafiel, C. (2019). Detección y enumeración de *Salmonella* sp. en carne de llama (*Llama glama*) mediante qPCR. *Scientia Agropecuaria*, 10(3), 403–411. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2019.03.11>

Gong, B., Li, H., Feng, Y., Zeng, S., Zhuo, Z., Luo, J., Chen, X., & Li, X. (2022). Prevalence, Serotype Distribution and Antimicrobial Resistance of Non-Typhoidal Salmonella in Hospitalized Patients in Conghua District of Guangzhou, China. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 12, 54. <https://doi.org/10.3389/FCIMB.2022.805384/BIBTEX>

Gonzales H, M. I., Mesa G, C. A., & Quintero C, O. A. (2014). Estimación de la vida útil de almacenamiento de carne de res y de cerdo con diferente contenido graso. *Revista de La Facultad de Química Farmacéutica*, 201–210.

Grados Inga, N. M. (2018). Factores asociados a la frecuencia de *Salmonella* sp en puestos de venta ambulatorio de alimento del distrito de Amarilis-Huánuco-Perú. Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

Granda, A., Riveros, M., Martínez-Puchol, S., Ocampo, K., Laureano-Adame, L., Corujo, A., Reyes, I., Ruiz, J., & Ochoa, T. J. (2019). Presence of Extended-Spectrum  $\beta$ -lactamase, CTX-M-65 in *Salmonella enterica* serovar Infantis Isolated from Children with Diarrhea in Lima, Peru. *Journal of Pediatric Infectious Diseases*, 14(4), 194–200. <https://doi.org/10.1055/S-0039-1685502>

Guerrero, T., Calderón, D., Zapata, S., & Trueba, G. (2020). Salmonella grows massively and aerobically in chicken faecal matter. *Microbial Biotechnology*, 13(5), 1678–1684. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13624>

Gunn, R. A., & Bullón Loarte, F. (1980). Enterocolitis por Salmonella: informe sobre un extenso brote provocado por alimentos contaminados en Trujillo, Perú. *Bol Of Sanit Panam*. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/17271>

Gwak, E., Lee, H., Lee, S., Oh, M. H., Park, B. Y., Ha, J., Lee, J., Kim, S., & Yoon, Y. (2016). Evaluation of Salmonella Growth at Low Concentrations of NaNO<sub>2</sub> and NaCl in Processed Meat Products Using Probabilistic Model. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(7), 1013. <https://doi.org/10.5713/AJAS.15.0713>

Hammack. (2012). Salmonella species. In Lampel KA (Ed.), *Bad bug book-handbook of foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins* (pp. 6–12). Food and Drug Administration.

Helms, M., Vastrup, P., Gerner-Smidt, P., & Mølbak, K. (2002). Excess mortality associated with antimicrobial drug-resistant Salmonella typhimurium. *Emerging Infectious Diseases*, 8(5), 490–495. <https://doi.org/10.3201/EID0805.010267>

Hertanto, B. S., Nurmalasari, C. D. A., Nuhriawangsa, A. M. P., Cahyadi, M., & Kartikasari, L. R. (2018). The physical and microbiological quality of chicken meat in the different type of enterprise poultry slaughterhouse: A case study in Karanganyar District. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 102(1), 012051. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/102/1/012051>

Hoelzer, K., Switt, A. I. M., & Wiedmann, M. (2011). Animal contact as a source of human non-typhoidal salmonellosis. *Veterinary Research*, 42(1), 34. <https://doi.org/10.1186/1297-9716-42-34>

Holt, P. S., Geden, C. J., Moore, R. W., & Gast, R. K. (2007). Isolation of Salmonella enterica serovar Enteritidis from houseflies (*Musca domestica*) found in rooms containing Salmonella serovar Enteritidis-challenged hens. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(19), 6030–6035. <https://doi.org/10.1128/AEM.00803-07>

INS. (2022). Laboratorio Nacional de Referencia de Enteropatógenos . Centro Nacional de Salud Pública Del Instituto Nacional de Salud. <https://web.ins.gob.pe/es/salud-publica/enfermedades-transmisibles/enteropatogenos#vigilancia>

Issenhuth-Jeanjean, S., Roggentin, P., Mikoleit, M., Guibourdenche, M., De Pinna, E., Nair, S., Fields, P. I., & Weill, F. X. (2014). Supplement 2008–2010 (no. 48) to the White-Kauffmann-Le Minor scheme. *Research in Microbiology*, 165(7), 526–530. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2014.07.004>

Jain, S., Mukhopadhyay, K., & Thomassin, P. J. (2019). An economic analysis of salmonella detection in fresh produce, poultry, and eggs using whole genome sequencing technology in Canada. *Food Research International*, 116, 802–809. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2018.09.014>

Jarvis, N. A., O'Bryan, C. A., Dawoud, T. M., Park, S. H., Kwon, Y. M., Crandall, P. G., & Ricke, S. C. (2016). An overview of Salmonella thermal destruction during food processing and preparation. *Food Control*, 68, 280–290. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2016.04.006>

Jia, H., Wang, Y., Wang, Y., Liu, Y., Li, Y., & Bai, L. (2021). Preliminary quantitative risk assessment of the effect of Salmonella on human health in retail fresh pork. *Wei Sheng Yan Jiu = Journal of Hygiene Research*, 50(4), 646–664. <https://doi.org/10.19813/J.CNKI.WEISHENGYANJIU.2021.04.018>

Jibril, A. H., Okeke, I. N., Dalsgaard, A., Kudirkiene, E., Akinlabi, O. C., Bello, M. B., & Olsen, J. E. (2020). Prevalence and risk factors of Salmonella in commercial poultry farms in Nigeria. *PLOS ONE*, 15(9), e0238190. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0238190>

Kagambèga, A., Lienemann, T., Aulu, L., Traoré, A. S., Barro, N., Siitonen, A., & Haukka, K. (2013). Prevalence and characterization of Salmonella enterica from the feces of cattle, poultry, swine and hedgehogs in Burkina Faso and their comparison to human Salmonella isolates. *BMC Microbiology*, 13(1), 253. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-13-253>

Kang, T., Yim, D., Kim, S. S., Baek, K. H., Kim, H. J., & Jo, C. (2022). Effect of plasma-activated acetic acid on inactivation of Salmonella Typhimurium and quality traits on chicken meats. *Poultry Science*, 101(5), 101793. <https://doi.org/10.1016/J.PSJ.2022.101793>

- Karyotis, D., Skandamis, P. N., & Juneja, V. K. (2017). Thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. in sous-vide processed marinated chicken breast. *Food Research International* (Ottawa, Ont.), 100(Pt 1), 894–898. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2017.07.078>
- Kataria, J., Vaddu, S., Rama, E. N., Sidhu, G., Thippareddi, H., & Singh, M. (2020). Evaluating the efficacy of peracetic acid on *Salmonella* and *Campylobacter* on chicken wings at various pH levels. *Poultry Science*, 99(10), 5137–5142. <https://doi.org/10.1016/J.PSJ.2020.06.070>
- Ke, Y., Lu, W., Liu, W., Zhu, P., Chen, Q., & Zhu, Z. (2020). Non-typhoidal *Salmonella* infections among children in a tertiary hospital in Ningbo, Zhejiang, China, 2012–2019. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 14(10), e0008732. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0008732>
- King, N., Lake, R., & Cressey, P. (2011). Risk Profile: *Salmonella* (non-typhoidal) in Poultry (whole and pieces).
- Kirk, M. D., Pires, S. M., Black, R. E., Caipo, M., Crump, J. A., Devleeschauwer, B., Döpfer, D., Fazil, A., Fischer-Walker, C. L., Hald, T., Hall, A. J., Keddy, K. H., Lake, R. J., Lanata, C. F., Torgerson, P. R., Havelaar, A. H., & Angulo, F. J. (2015). World Health Organization Estimates of the Global and Regional Disease Burden of 22 Foodborne Bacterial, Protozoal, and Viral Diseases, 2010: A Data Synthesis. *PLoS Medicine*, 12(12), e1001921. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PMED.1001921>
- Lake, R., & Cressey, P. (2013). Risk profile: *Campylobacter jejuni/coli* in Poultry (whole and pieces).
- Laranja, D., da Silva Malheiros, P., Cacciatore, F. A., de Oliveira Elias, S., Milnitsky, B. P., & Tondo, E. C. (2021). *Salmonella* inactivation and changes on texture and color of chicken skin treated with antimicrobials and ultrasound. *LWT*, 149, 111836. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.111836>
- Lee, E. N., Sunwoo, H. H., Menninen, K., & Sim, J. S. (2002). In vitro studies of chicken egg yolk antibody (IgY) against *Salmonella enteritidis* and *Salmonella typhimurium*. *Poultry Science*, 81(5), 632–641. <https://doi.org/10.1093/PS/81.5.632>
- Li, Q., Zhu, Y., Ren, J., Qiao, Z., Yin, C., Xian, H., Yuan, Y., Geng, S., & Jiao, X. (2019). Evaluation of the Safety and Protection Efficacy of *spiC* and *nmpC* or *rfaL* Deletion Mutants of *Salmonella Enteritidis* as Live Vaccine Candidates for Poultry Non-Typhoidal Salmonellosis. *Vaccines*, 7(4), 202. <https://doi.org/10.3390/VACCINES7040202>
- Li, S., Konoval, H. M., Marecek, S., Lathrop, A. A., & Pokharel, S. (2022). *Salmonella* spp. Response to Lytic Bacteriophage and Lactic Acid on Marinated and Tenderized Raw Pork Loins. *Foods* (Basel, Switzerland), 11(6), 879. <https://doi.org/10.3390/FOODS11060879>
- Lindstedt, B. A. (2005). Multiple-locus variable number tandem repeats analysis for genetic fingerprinting of pathogenic bacteria. *Electrophoresis*, 26(13), 2567–2582. <https://doi.org/10.1002/ELPS.200500096>
- Lindstedt, B. A., Torpdahl, M., Vergnaud, G., Le Hello, S., Weill, F. X., Tietze, E., Malorny, B., Prendergast, D. M., Ní Ghallchóir, E., Lista, R. F., Schouls, L. M., Söderlund, R., Börjesson, S., & Åkerström, S. (2013). Use of multilocus variable-number tandem repeat analysis (MLVA) in eight European countries, 2012. *Euro Surveillance: Bulletin European Sur Les Maladies Transmissibles = European Communicable Disease Bulletin*, 18(4), 20385. <https://doi.org/10.2807/ESE.18.04.20385-EN>
- Liu, H., Whitehouse, C. A., & Li, B. (2018). Presence and Persistence of *Salmonella* in Water: The Impact on Microbial Quality of Water and Food Safety. *Frontiers in Public Health*, 6, 159. <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2018.00159>
- Luyckx, K., Dewulf, J., Van Weyenberg, S., Herman, L., Zoons, J., Vervae, E., Heyndrickx, M., & De Reu, K. (2015). Comparison of sampling procedures and microbiological and non-microbiological parameters to evaluate cleaning and disinfection in broiler houses. *Poultry Science*, 94(4), 740–749. <https://doi.org/10.3382/PS/PEV019>
- Luyckx, K., Millet, S., Van Weyenberg, S., Herman, L., Heyndrickx, M., Dewulf, J., & De Reu, K. (2016). A 10-day vacancy period after cleaning and disinfection has no effect on the bacterial load in pig nursery units. *BMC Veterinary Research*, 12(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/S12917-016-0850-1/FIGURES/4>

Maguiña-Molina, C., Pons, M. J., Beltrán, M. J., & Morales-Cauti, S. (2021). Multidrug-Resistant *Salmonella enterica* Isolated in Paca ( *Cuniculus paca*) Carcasses from the Belen Market, Iquitos, Perú. *Foodborne Pathogens and Disease*, 18(2), 131–138. <https://doi.org/10.1089/FPD.2020.2836>

Marchello, C. S., Fiorino, F., Pettini, E., Crump, J. A., Martin, L. B., Breggi, G., Canals, R., Gordon, M. A., Hanumunthadu, B., Jacobs, J., Kariuki, S., Kim, J. H., Malvolti, S., Mantel, C., Marks, F., Medagliani, D., Mogasale, V., Muthumbi, E., Onsare, R., ... Tack, B. (2021). Incidence of non-typhoidal *Salmonella* invasive disease: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Infection*, 83(5), 523–532. <https://doi.org/10.1016/J.JINF.2021.06.029/ATTACHMENT/2EF0F22B-5C76-4AE6-81A2-ABD06CB160B3/MMC4.XLSX>

Marietto Gonçalves, G. A., Donato, T. C., Baptista, A. A. S., De Oliveira Corrêa, I. M., Ornellas Dutka Garcia, K. C., & Andreati Filho, R. L. (2014). Bacteriophage-induced reduction in *Salmonella* Enteritidis counts in the crop of broiler chickens undergoing preslaughter feed withdrawal. *Poultry Science*, 93(1), 216–220. <https://doi.org/10.3382/PS.2013-03360>

Martelli, F., Lambert, M., Butt, P., Cheney, T., Tatone, F. A., Callaby, R., Rabie, A., Gosling, R. J., Fordon, S., Crocker, G., Davies, R. H., & Smith, R. P. (2017). Evaluation of an enhanced cleaning and disinfection protocol in *Salmonella* contaminated pig holdings in the United Kingdom. *PLOS ONE*, 12(6), e0178897. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0178897>

Martelli, F., Oastler, C., Barker, A., Jackson, G., Smith, R. P., & Davies, R. (2021). Abattoir-based study of *Salmonella* prevalence in pigs at slaughter in Great Britain. *Epidemiology & Infection*, 149, e218. <https://doi.org/10.1017/S0950268821001631>

Martínez-Puchol, S., Pons, M. J., Ruiz-Roldán, L., Laureano-Adame, L., Corujo, A., Ochoa, T. J., Ruiz, J., Martínez-Puchol, S., Pons, M. J., Ruiz-Roldán, L., Laureano-Adame, L., Corujo, A., Ochoa, T. J., & Ruiz, J. (2020). Resistencia a nitrofuranos en *Salmonella enterica* aisladas de carne para consumo humano. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 37(1), 99–103. <https://doi.org/10.17843/RPMESP.2020.371.4745>

Mejía, L., Medina, J. L., Bayas, R., Salazar, C. S., Villavicencio, F., Zapata, S., Matheu, J., Wagenaar, J. A., González-Candelas, F., & Vinueza-Burgos, C. (2020). Genomic Epidemiology of *Salmonella* Infantis in Ecuador: From Poultry

Farms to Human Infections. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 691. <https://doi.org/10.3389/FVETS.2020.547891/BIBTEX>

Mejia, L., Vela, G., & Zapata, S. (2021). High Occurrence of Multiresistant *Salmonella* Infantis in Retail Meat in Ecuador. *Foodborne Pathogens and Disease*, 18(1), 41–48.

Menconi, A., Pumford, N. R., Morgan, M. J., Bielke, L. R., Kallapura, G., Latorre, J. D., Wolfenden, A. D., Hernandez-Velasco, X., Hargis, B. M., & Tellez, G. (2014). Effect of Chitosan on *Salmonella* Typhimurium in Broiler Chickens. *Foodborne Pathogens and Disease*, 11(2), 169. <https://doi.org/10.1089/FPD.2013.1628>

Meschede, J., Holtrup, S., Deitmer, R., Mesu, A. P., & Kraft, C. (2021). Reduction of *Salmonella* prevalence at slaughter in *Lawsonia intracellularis* co-infected swine herds by Enterisol® Ileitis vaccination. *Heliyon*, 7(4), e06714. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2021.E06714>

MIDAGRI. (2020). Panorama y perspectivas de la producción de carne de cerdo en el Perú. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/566516/Panorama\\_y\\_persp\\_produc\\_carne\\_cerdo.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/566516/Panorama_y_persp_produc_carne_cerdo.pdf)

MIDAGRI. (2022a). Boletín Estadístico Mensual del Sector AVÍCOLA. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/2881345-boletin-estadistico-mensual-del-sector-avicola-2022>

MIDAGRI. (2022b). Boletín Estadístico Mensual “EL AGRO EN CIFRAS.” Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/2826318-boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifras-2022>

MINSA. (2013). Ancash: personas intoxicadas por salmonelosis se encuentran estables y en tratamiento . Ministerio de Salud. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/32919-ancash-personas-intoxicadas-por-salmonelosis-se-encuentran-estables-y-en-tratamiento>

Mishu, B., Koehler, J., Lee, L. A., Rodrigue, D., Brenner, F. H., Blake, P., & Tauxe, R. V. (1994). Outbreaks of Salmonella enteritidis infections in the United States, 1985-1991. *The Journal of Infectious Diseases*, 169(3), 547–552. <https://doi.org/10.1093/INFDIS/169.3.547>

Muñoz, S., Vilca, M., Ramos, D., & Lucas, J. (2013). Frecuencia de enterobacterias en verduras frescas de consumo crudo expendidas en cuatro mercados de Lima, Perú. *Rev Inv Vet Perú*, 24(3), 300–306.

Murphy, R. Y., Duncan, L. K., Johnson, E. R., Davis, M. D., & Smith, J. N. (2002). Thermal inactivation D- and z-values of Salmonella serotypes and listeria innocua in chicken patties, chicken tenders, franks, beef patties, and blended beef and turkey patties. *Journal of Food Protection*, 65(1), 53–60. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-65.1.53>

Neto, W. S., Leotti, V. B., Pires, S. M., Hald, T., & Corbellini, L. G. (2021). Non-typhoidal human salmonellosis in Rio Grande do Sul, Brazil: A combined source attribution study of microbial subtyping and outbreak data. *International Journal of Food Microbiology*, 338, 108992. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2020.108992>

Nidaullah, H., Abirami, N., Shamila-Syuhada, A. K., Chuah, L. O., Huda, N., Tan, T. P., Zainal Abidin, F. W., & Rusul, G. (2017). Prevalence of Salmonella in poultry processing environments in wet markets in Penang and Perlis, Malaysia. *Veterinary World*, 10(3), 286–292.

Nina Inchuña, M. S. (2019). Calidad microbiológica de la carne de pollo expendida en el Mercado Mayorista Miguel Grau del distrito de Tacna. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Osaili, T. M., Griffis, C. L., Martin, E. M., Beard, B. L., Keener, A. E., & Marcy, J. A. (2007). Thermal inactivation of Escherichia coli O157:H7, Salmonella, and Listeria monocytogenes in breaded pork patties. *Journal of Food Science*, 72(2), M56-61. <https://doi.org/10.1111/J.1750-3841.2006.00264.X>

Parisi, A., Phuong, T. L. T., Mather, A. E., Jombart, T., Tuyen, H. T., Lan, N. P. H., Trang, N. H. T., Carrique-Mas, J., Campbell, J. I., Trung, N. V., Glass, K., Kirk, M. D., & Baker, S. (2020). The role of animals as a source of antimicrobial resistant nontyphoidal Salmonella causing invasive and non-invasive human disease in Vietnam. *Infection, Genetics and Evolution*, 85, 104534. <https://doi.org/10.1016/J.MEEGID.2020.104534>

Parra-Payano, V. D., Rondón-Paz, C. R., García, C., Parra-Payano, V. D., Rondón-Paz, C. R., & García, C. (2019). Salmonelosis invasiva en un hospital de Lima, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 36(3), 464–468. <https://doi.org/10.17843/RPMESP.2019.363.4330>

Patchanee, P., Tansiricharoenkul, K., Buawiratert, T., Wiratsudakul, A., Angchokchatchawal, K., Yamsakul, P., Yano, T., Boonkhot, P., Rojanasatien, S., & Tadee, P. (2016). Salmonella in pork retail outlets and dissemination of its pulsotypes through pig production chain in Chiang Mai and surrounding areas, Thailand. *Preventive Veterinary Medicine*, 130, 99–105. <https://doi.org/10.1016/J.PREVETMED.2016.06.013>

Perna, S., Alaali, Z., Alalwan, T. A., Moahmmed Janahi, E., Mustafa, S., Rondanelli, M., & Bin Thani, A. S. (2019). A Retrospective Epidemiological Study of the Incidence and Risk Factors of Salmonellosis in Bahrain in Children during 2012–2016. *Pathogens*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/PATHOGENS8020051>

Powell, L. F., Cheney, T. E. A., Williamson, S., Guy, E., Smith, R. P., Davies, R. H., Wyllie, S., Paiba, G., Tayleur, J., Howell, M., Armstrong, D., Bailey-Beech, E., Tedder, R., Guy, E., & Batey, N. (2016). A prevalence study of Salmonella spp., Yersinia spp., Toxoplasma gondii and porcine reproductive and respiratory syndrome virus in UK pigs at slaughter. *Epidemiology and Infection*, 144(7), 1538–1549. <https://doi.org/10.1017/S0950268815002794>

Pribul, B. R., Festivo, M. L., de Souza, M. M. S., & dos Prazeres Rodrigues, D. (2016). Characterization of quinolone resistance in Salmonella spp. isolates from food products and human samples in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47(1), 196–201. <https://doi.org/10.1016/J.BJM.2015.04.001>

Primavilla, S., Roila, R., Zicavo, A., Ortenzi, R., Branciarri, R., Kika, T. S., Valiani, A., & Ranucci, D. (2021). Salmonella

spp. in Pigs Slaughtered in Small and Medium-Sized Abattoirs in Central Italy: Preliminary Results on Occurrence and Control Strategies. *Applied Sciences*, 11(16), 7600. <https://doi.org/10.3390/APP11167600>

Quino Sifuentes, W., Hurtado, C. V., Escalante-Maldonado, O., Flores-León, D., Mestanza, O., Vences-Rosales, F., Zamudio, M. L., & Gavilán, R. G. (2019). Multidrogorresistencia de *Salmonella* Infantis en Perú: un estudio mediante secuenciamiento de nueva generación. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 36(1), 37–45. <https://doi.org/10.17843/RPMESP.2019.361.3934>

Quino, W., Caro-Castro, J., Mestanza, O., Hurtado, C. V., Zamudio, M. L., & Gavilan, R. G. (2020). Phylogenetic structure of *Salmonella* Enteritidis provides context for a foodborne outbreak in Peru. *Scientific Reports*, 10(1), 22080. <https://doi.org/10.1038/S41598-020-78808-Y>

Quintavalla, S., Larini, S., Mutti, P., & Barbuti, S. (2001). Evaluation of the thermal resistance of different *Salmonella* serotypes in pork meat containing curing additives. *International Journal of Food Microbiology*, 67(1–2), 107–114. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00430-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00430-5)

Ramtahal, M. A., Somboro, A. M., Amoako, D. G., Abia, A. L. K., Perrett, K., Bester, L. A., & Essack, S. Y. (2022). Molecular Epidemiology of *Salmonella enterica* in Poultry in South Africa Using the Farm-to-Fork Approach. *International Journal of Microbiology*, 2022, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2022/5121273>

Rao, M., Klappholz, A., & Tamber, S. (2020). Effectiveness of Preparation Practices on the Inactivation of *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis in Frozen Breaded Chicken Strips. *Journal of Food Protection*, 83(8), 1289–1295. <https://doi.org/10.4315/JFP-19-601>

Regalado-Pineda, I. D., Rodarte-Medina, R., Resendiz-Nava, C. N., Saenz-Garcia, C. E., Castañeda-Serrano, P., & Nava, G. M. (2020). Three-year longitudinal study: Prevalence of *Salmonella enterica* in chicken meat is higher in supermarkets than wet markets from Mexico. *Foods*, 9(3).

Rivera-Pérez, W., Barquero-Calvo, E., & Zamora-Sanabria, R. (2014). *Salmonella* contamination risk points in broiler carcasses during slaughter line processing. *Journal of Food Protection*, 77(12), 2031–2034. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-14-052>

Rodríguez-Hernández, R., Bernal, J. F., Cifuentes, J. F., Fandiño, L. C., Herrera-Sánchez, M. P., Rondón-Barragán, I., García, N. V., Rodríguez-Hernández, C. ; Bernal, R. ; Cifuentes, J. F. ; Fandiño, J. F. ; & Herrera-Sánchez, L. C. ; (2021). Prevalence and Molecular Characterization of *Salmonella* Isolated from Broiler Farms at the Tolima Region-Colombia. <https://doi.org/10.3390/ani11040970>

Rodriguez, J. M., Rondón, I. S., & Verjan, N. (2015). Serotypes of salmonella in broiler carcasses marketed at Ibagué, Colombia. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola*, 17(4), 545–552.

Rortana, C., Nguyen-Viet, H., Tum, S., Unger, F., Boqvist, S., Dang-Xuan, S., Koam, S., Grace, D., Osbjør, K., Heng, T., Sarim, S., Phirum, O., Sophia, R., & Lindahl, J. F. (2021). Prevalence of *Salmonella* spp. and *Staphylococcus aureus* in Chicken Meat and Pork from Cambodian Markets. *Pathogens*, 10(5), 556. <https://doi.org/10.3390/PATHOGENS10050556>

RPP. (2018). Familias denunciaron intoxicación masiva tras comer pollo a la brasa en restaurante de La Perla. RPP Noticias. <https://rpp.pe/peru/callao/familias-denunciaron-intoxicacion-masiva-tras-comer-pollo-a-la-brasa-en-restaurante-de-la-perla-noticia-1171643>

Ruiz-Roldán, L., Martínez-Puchol, S., Gomes, C., Palma, N., Riveros, M., Ocampo, K., Durand, D., Ochoa, T. J., Ruiz, J., & Pons, M. J. (2018). Presencia de Enterobacteriaceae y *Escherichia coli* multirresistente a antimicrobianos en carne adquirida en mercados tradicionales en Lima. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(3), 425–432. <https://doi.org/10.17843/RPMESP.2018.353.3737>

Salipante, S. J., SenGupta, D. J., Cummings, L. A., Land, T. A., Hoogestraat, D. R., & Cookson, B. T. (2015). Application of whole-genome sequencing for bacterial strain typing in molecular epidemiology. *Journal of Clinical Microbiology*, 53(4), 1072–1079. <https://doi.org/10.1128/JCM.03385-14>

Salvatierra, G., Pinto, C., Centeno, D., Inga, E., & Calle, S. (2017). Antibiotic resistance of *Salmonella enterica* isolates from pork carcasses in slaughterhouses in Lima, Peru. <https://doi.org/10.1128/JCM.41.6.2282-2288.2003>

Salvatierra, G., Pinto, C., Inga, E., Siuce, J., & Calle, S. (2015). Detección de *Salmonella* sp en carcasas porcinas en camales de Lima, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 26(4), 682–688. <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V26I4.11206>

Sanderson, K. E., & Nair, S. (2013). Taxonomy and species concepts in the genus *Salmonella*. In P. Barrow & U. Methner (Eds.), *Salmonella in domestic animals* (pp. 1–19). Oxfordshire: Wallingford. <https://doi.org/10.1079/9781845939021.0001>

SENASA. (2020). Informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios y piensos, año 2020. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2232377/Informe del Monitoreo de Contaminantes 2020.pdf.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2232377/Informe%20del%20Monitoreo%20de%20Contaminantes%202020.pdf.pdf)

SENASA. (2022). Informe del monitoreo de residuos químicos y otros contaminantes en alimentos agropecuarios primarios y piensos, año 2021. Servicio Nacional de Sanidad Agraria Del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/senasa/informes-publicaciones/2936134-informe-del-monitoreo-de-residuos-quimicos-y-otros-contaminantes-en-alimentos-agropecuarios-primarios-y-piensos-ano-2021>

Silva-Díaz, H., Bustamante-Canelo, O., Aguilar-Gamboazsu, F.-R., Mera-Villasis, K., Ipanaque-Chozo, J., Seclen-Bernabe, E., & Vergara-Espinoza, M. (2017). Enteropatógenos predominantes en diarreas agudas y variables asociadas en niños atendidos en el Hospital Regional Lambayeque, Perú. *Revista Horizonte Médico (Lima)*, 17(1).

Silva, C., Betancor, L., García, C., Astocondor, L., Hinostroza, N., Bisio, J., Rivera, J., Perezgasga, L., Escanda, V. P., Yim, L., Jacobs, J., Chabalgoity, J. A., Portillo, F. G. del, & Puente, J. L. (2017). Characterization of *Salmonella enterica* isolates causing bacteremia in Lima, Peru, using multiple typing methods. *PLOS ONE*, 12(12), e0189946. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0189946>

Sirinavin, S., Pokawattana, L., & Bangtrakulnondh, A. (2004). Duration of nontyphoidal *Salmonella* carriage in asymptomatic adults. *Clinical Infectious Diseases : An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America*, 38(11), 1644–1645. <https://doi.org/10.1086/421027>

Spoto, M. H. F., Gallo, C. R., Alcarde, A. R., Gurgel, M. S. do A., Blumer, L., Walder, J. M. M., & Domarco, R. E. (2000). Irradiação gama no controle de bactérias patogênicas em carne de frango refrigerada. *Scientia Agricola*, 57(3), 389–394. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000300003>

Suijkerbuijk, A. W. M., Bouwknegt, M., Mangen, M. J. J., De Wit, G. A., Van Pelt, W., Bijkerk, P., & Friesema, I. H. M. (2017). The economic burden of a *Salmonella* Thompson outbreak caused by smoked salmon in the Netherlands, 2012–2013. *European Journal of Public Health*, 27(2), 325–330. <https://doi.org/10.1093/EURPUB/CKW205>

Sun, L., Zhang, H., Chen, J., Chen, L., Qi, X., & Zhang, R. (2021). Epidemiology of Foodborne Disease Outbreaks Caused by Nontyphoidal *Salmonella* in Zhejiang Province, China, 2010–2019. *Foodborne Pathogens and Disease*, 18(12), 880–886. <https://doi.org/10.1089/FPD.2021.0006>

Sun, T., Liu, Y., Qin, X., Aspidou, Z., Zheng, J., Wang, X., Li, Z., & Dong, Q. (2021). The Prevalence and Epidemiology of *Salmonella* in Retail Raw Poultry Meat in China: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(11), 2757. <https://doi.org/10.3390/FOODS10112757>

Sundström, K. (2018). Cost of Illness for Five Major Foodborne Illnesses and Sequelae in Sweden. *Applied Health Economics and Health Policy*, 16(2), 243–257. <https://doi.org/10.1007/S40258-017-0369-Z>

Swaminathan, B., Barrett, T. J., Hunter, S. B., & Tauxe, R. V. (2001). PulseNet: the molecular subtyping network for foodborne bacterial disease surveillance, United States. *Emerging Infectious Diseases*, 7(3), 382–389. <https://doi.org/10.3201/EID0703.010303>

Thames, H. T., & Sukumaran, A. T. (2020). A Review of Salmonella and Campylobacter in Broiler Meat: Emerging Challenges and Food Safety Measures. *Foods (Basel, Switzerland)*, 9(6), 776. <https://doi.org/10.3390/FOODS9060776>

Threlfall, E. J. (2002). Antimicrobial drug resistance in Salmonella: problems and perspectives in food- and water-borne infections. *FEMS Microbiology Reviews*, 26(2), 141–148. <https://doi.org/10.1111/J.1574-6976.2002.TB00606.X>

Torpdahl, M., Sørensen, G., Lindstedt, B. A., & Nielsen, E. M. (2007). Tandem Repeat Analysis for Surveillance of Human Salmonella Typhimurium Infections. *Emerging Infectious Diseases*, 13(3), 395. <https://doi.org/10.3201/EID1303.060460>

UE. (2017). Reglamento (UE) 2017/ 1495 de la Comisión de 23 de agosto de 2017 que modifica el Reglamento (CE) n.o 2073/ 2005 por lo que se refiere a Campylobacter en canales de pollo de engordere a Campylobacter en canales de pollos de engorde. [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/biosafety\\_food-borne-disease\\_campy\\_cost-bene-analy.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/biosafety_food-borne-disease_campy_cost-bene-analy.pdf)

USDA-FSIS. (2013). Fresh Pork from Farm to Table | Food Safety and Inspection Service. <https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/meat/fresh-pork-farm-table>

USDA-FSIS. (2021). Safe and Suitable Ingredients Used in the Production of Meat, Poultry and Egg Products. Revision 56. <https://www.fsis.usda.gov/policy/fsis-directives/7120.1>

Valderrama, W., Pastor, J., Mantilla Salazar, J., & Ortiz, M. (2014). Estudio de prevalencia de serotipos de Salmonella en granjas avícolas tecnificadas en el Perú. SENASA. <https://repositorio.senasa.gob.pe:8443/handle/SENASA/137>

Vásquez-Ampuero, J. M., & Tasayco-Alcántara, W. R. (2020). Presence of pathogens in raw chicken meat in retail centers, Huánuco-Peru. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 11(2), 130–141. <https://doi.org/10.36610/J.SARS.2020.110200130X>

Wang, H. T., Yu, C., Hsieh, Y. H., Chen, S. W., Chen, B. J., & Chen, C. Y. (2011). Effects of albusin B (a bacteriocin) of *Ruminococcus albus* 7 expressed by yeast on growth performance and intestinal absorption of broiler chickens--its potential role as an alternative to feed antibiotics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(13), 2338–2343. <https://doi.org/10.1002/JSFA.4463>

Wang, Y. C., Chang, Y. C., Chuang, H. L., Chiu, C. C., Yeh, K. S., Chang, C. C., Hsuan, S. L., Lin, W. H., & Chen, T. H. (2011). Transmission of Salmonella between swine farms by the housefly (*Musca domestica*). *Journal of Food Protection*, 74(6), 1012–1016. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-10-394>

Wegener, H. C., Hald, T., Wong, D. L. F., Madsen, M., Korsgaard, H., Bager, F., Gerner-Smidt, P., & Mølbak, K. (2003). Salmonella Control Programs in Denmark. *Emerging Infectious Diseases*, 9(7), 780. <https://doi.org/10.3201/EID0907.030024>

Wilkins, W., Rajić, A., Waldner, C., McFall, M., Chow, E., Muckle, A., & Rosengren, L. (2010). Distribution of Salmonella serovars in breeding, nursery, and grow-to-finish pigs, and risk factors for shedding in ten farrow-to-finish swine farms in Alberta and Saskatchewan. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 74(2), 81.

Wilson, C. N., Chunga, A., Masesa, C., Denis, B., Silungwe, N., Bilima, S., Galloway, H., Gordon, M., & Feasey, N. A. (2022). Incidence of invasive non-typhoidal Salmonella in Blantyre, Malawi between January 2011-December 2019. *Wellcome Open Research* 2022 7:143, 7, 143. <https://doi.org/10.12688/wellcomeopenres.17754.1>

Winfield, M. D., & Groisman, E. A. (2003). Role of nonhost environments in the lifestyles of Salmonella and *Escherichia coli*. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(7), 3687–3694. <https://doi.org/10.1128/AEM.69.7.3687-3694.2003>

Wise, M. G., Siragusa, G. R., Plumlee, J., Healy, M., Cray, P. J., & Seal, B. S. (2009). Predicting Salmonella enterica serotypes by repetitive sequence-based PCR. *Journal of Microbiological Methods*, 76(1), 18–24. <https://doi.org/10.1016/J.MIMET.2008.09.006>

Witkowska, D., Kuncewicz, M., Żebrowska, J. P., Sobczak, J., & Sowińska, J. (2018). Prevalence of *Salmonella* spp. in broiler chicken flocks in northern Poland in 2014–2016. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 25(4), 693–697. <https://doi.org/10.26444/AAEM/99528>

Woh, P. Y., Yeung, M. P. S., Nelson, E. A. S., & Goggins, W. B. (2021). Original research: Risk factors of non-typhoidal *Salmonella* gastroenteritis in hospitalised young children: a case–control study. *BMJ Paediatrics Open*, 5(1), e000898. <https://doi.org/10.1136/BMJPO-2020-000898>

Yulistiani, R., Praseptiangga, D., Supyani, & Sudibya. (2019, October 8). Occurrences of *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* in chicken meat, intestinal contents and rinse water at slaughtering place from traditional market in Surabaya, Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 633(1), 012007.

Zambrano, H., Lucas, J., Vilca, M., & Ramos, D. (2013). Determinación de salmonella SPP en centros de beneficio clandestino de pollos de engorde en Lima, Perú. *Rev. Investig. Vet. Perú*.

Zamudio, M. L., Meza, A., Bailón, H., Martínez-Urtaza, J., & Campos, J. (2011). Experiencias en la vigilancia epidemiológica de agentes patógenos transmitidos por alimentos a través de electroforesis en campo pulsado (PFGE) en el Perú. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*, 28(1), 128–135.

Zamudio R, M. L., Arias, I., Luna P, M. A., Valenzuela, A. W., Segovia, E. L., & Villanueva, E. H. (2008). Vigilancia de Enfermedades Transmitidas por Alimentos en el Perú. *Bol-Inst Nac Salud*.

Zeng, H., De Reu, K., Gabriël, S., Mattheus, W., De Zutter, L., & Rasschaert, G. (2021). *Salmonella* prevalence and persistence in industrialized poultry slaughterhouses. *Poultry Science*, 100(4), 100991. <https://doi.org/10.1016/J.PSJ.2021.01.014>

Zhang, L., Fu, Y., Xiong, Z., Ma, Y., Wei, Y., Qu, X., Zhang, H., Zhang, J., & Liao, M. (2018). Highly Prevalent Multidrug-Resistant *Salmonella* From Chicken and Pork Meat at Retail Markets in Guangdong, China. *Frontiers in Microbiology*, 9(2014). <https://doi.org/10.3389/FMICB.2018.02104>

Ziemer, C. J., Bonner, J. M., Cole, D., Vinjé, J., Constantini, V., Goyal, S., Gramer, M., Mackie, R., Meng, X. J., Myers, G., & Saif, L. J. (2010). Fate and transport of zoonotic, bacterial, viral, and parasitic pathogens during swine manure treatment, storage, and land application. *Journal of Animal Science*, 88(13 Suppl), E84-94. <https://doi.org/10.2527/JAS.2009-2331>

Zou, W., Tang, H., Zhao, W., Meehan, J., Foley, S. L., Lin, W. J., Chen, H. C., Fang, H., Nayak, R., & Chen, J. J. (2013). Data mining tools for *Salmonella* characterization: application to gel-based fingerprinting analysis. *BMC Bioinformatics*, 14 Suppl 14(Suppl 14), S15. <https://doi.org/10.1186/1471-2105-14-S14-S15>

# 9

## Anexos

### 9.1 ANEXOS I. Peligro y Alimento

#### A. *Salmonella* spp

##### 1. Métodos de tipificación

###### a) Serotipificación

La serotipificación de *Salmonella* spp se clasifica según el antígeno somático (componente oligosacárido del lipopolisacárido) y el antígeno flagelar H (Brenner et al., 2000; Eng et al., 2015).

###### b) PFGE (Electroforesis en Gel de Campo Pulsado)

Es considerada la prueba de oro para la tipificación de *Salmonella* spp y empleada con mayor frecuencia en casos de brotes (Swaminathan et al., 2001; Zou et al., 2013). La técnica PFGE consiste en el corte del genoma bacteriano con enzimas de restricción (ejemplo: XbaI, SpeI, NotI) que reconocen ciertos sitios del genoma bacteriano, cortándolo al azar y generando de 10 a 30 fragmentos de restricción que van desde 10 a 800 Kb (Foley et al., 2006).

###### c) MLVA (análisis multi-locus de número variable de repeticiones en tándem)

En el genoma bacteriano hay secuencias repetidas denominadas VNTR (número variable de repeticiones en tándem) en diferentes loci que son empleadas como marcadores moleculares (Lindstedt, 2005). Esta técnica presenta ventajas frente PFGE para la vigilancia de *Salmonella* spp ya que hay diferentes protocolos para subtipificar (Chiou et al., 2010), requiere de menor tiempo (Torpdahl et al., 2007), puede ser completamente automatizado y compartido entre laboratorios (Lindstedt et al., 2013).

###### d) MLST (tipificación multilocus de secuencias)

La técnica MLST examina secuencias de múltiples genes de mantenimiento que están involucrados en el metabolismo primario del organismo y presentes en todas las bacterias dentro de una especie (Ferrari et al., 2017; Foley et al., 2009).

###### e) WGS (secuenciación de genoma completo)

Esta técnica permite detectar diferencias de un solo nucleótido en el genoma, lo que permite distinguir cepas de alta clonalidad (Salipante et al., 2015).

##### 2. Comportamiento de *Salmonella* spp en aves de corral y cerdo: en la granja

###### Cama

En una crianza se recolectó 10 muestras de cama y 10 muestras de heces semanalmente durante 5 semanas. La recolección inició con la crianza de pollitos de un día de edad y se detectó *Salmonella* spp en todas las muestras de cama en las semanas 2, 3 y 5, a diferencia de las muestras de heces (semanas 2 y 5) (Ramtahal et al., 2022).

En 55 lotes, de edades entre 36 a 43 días, fueron evaluadas para determinar la presencia de *Salmonella* spp. El 94.5% de los lotes fueron positivos a *Salmonella* spp, distribuidos en las botas (68.2%), hisopado de arrastre (43.1%), muestras de heces (13.6%) y muestras de cama (22.7%) (Berghaus et al., 2013).

###### Agua de bebida

En 32 granjas de pollos se evaluó la prevalencia de *Salmonella* spp a partir de muestras recolectadas en dos tiempos con respecto a la edad de los animales (15-30 días y de 45-60 días). En total se analizó 1194 muestras conformadas por muestras de heces (n=320), hisopados cloacales (n=330), muestras de superficie (n=64), agua de bebedero (n=320) y alimento de comederos (n=160). Se reportó *Salmonella* spp en las muestras de superficie (6.25%), hisopados cloacales (3.93%), heces (3.12%) y agua (2.18%), no detectándose en las muestras de alimento. Además, indicaron que las muestras recolectadas a las 3 semanas de edad estaban más contaminadas en comparación al final de la crianza (Djeffal et al., 2018).

En otro estudio se analizó 21 granjas dedicadas a la crianza de cerdos. Para ello recolectaron 504 muestras entre heces, hisopados rectales, muestras ambientales (botas de los trabajadores, corrales vacíos después de la limpieza y desinfección) y agua.

En total, 8.9% de las muestras resultaron positivas a *Salmonella* spp, siendo detectada principalmente en las muestras de agua (14.3%), seguido de las botas de los trabajadores (9.5%), hisopado rectal (8.7%) y heces (7.6%) (Giraldo-Cardona et al., 2019).

### **Limpieza, desinfección y periodos de vacíos en la granja**

En granjas de aves se evaluó el proceso de limpieza y desinfección recolectándose muestras antes (A) y después (B) de este proceso. En la mayoría de las muestras la presencia de *Salmonella* spp disminuyó después de la limpieza y desinfección como en el piso (A:18.8% vs B:2.1%), grietas (A:26.7% vs B:13.3%), bebederos (A:28.3% vs B:11.7%), cargadores de alimento (A:22.2% vs B:5.6%), comederos (A:16.7% vs B:5%) y ventiladores (A:21.7 vs B:11.7%) (Castañeda-Gulla et al., 2020).

Por otro lado, se evaluó si el periodo de descanso de 10 días favorecía en la reducción de microorganismos después de la limpieza y desinfección en la crianza de cerdos. En este estudio no se evaluó la presencia de *Salmonella* spp, sin embargo, indican que una forma de monitorearla es a través de la presencia de *Escherichia coli*. Para ello, se realizó el recuento de aerobios totales e identificación de *E. coli* antes y después de la limpieza y desinfección durante 10 días. La cuantificación inicial de aerobios totales fue de 5.64 log UFC/625 cm<sup>2</sup>, que luego fue variando al pasar de los días (día 1: 4.44 log, día 4: 4.07 log, día 7: 4.24 y día 10: 4.67 log UFC/625 cm<sup>2</sup>). Con respecto a *E. coli*, la proporción de muestras positivas al inicio del estudio fue de 49%, seguido del 13% (día 1), 7% (día 4), 15% (día 7) y 12% (día 10). Con ello, el estudio concluye que no hay un beneficio con un periodo de descanso mayor de 10 días (Luyckx et al., 2016).

### **Presencia de insectos y tipo de ventilación**

En un estudio evaluaron el rol de las moscas en la transmisión de *Salmonella* spp en gallinas. Para ello, primero liberaron moscas donde se encontraba un grupo de gallinas infectadas con *S. Enteritidis*. A los 7 días post infección, se trasladó y liberó 200 moscas vivas infectadas en otro grupo de gallinas libres de *Salmonella* spp. En este nuevo grupo no se detectó ningún animal positivo a *S. Enteritidis*. Ante ello, a otro grupo de animales se les dio moscas infectadas por la vía oral resultando el 38% de los animales positivos a *S. Enteritidis* en el día 6, que luego fue reduciéndose en un 14% en el día 20 (Holt et al., 2007).

Por otro lado, 11 granjas de cerdos fueron seleccionadas para recolectar 40 muestras de heces de animales y 20 moscas por cada granja. En total se obtuvo 58 aislados de *Salmonella* spp provenientes

de las moscas, y se identificó 11 serovares, entre ellos, *S. Anatum* (43.10%), *S. Choleraesuis* (12.07%) y *S. Derby* (10.34%). En el caso de los cerdos, de los 86 aislados de *Salmonella* spp se identificaron igualmente 11 serovares, sin embargo, 3 de ellos no se detectaron en las moscas (*S. Senftenberg*, *S. Gloucester* y *S. Agona*). Los serovares reportados con mayor frecuencia fueron *S. Anatum* (48.84%), *S. Derby* (15.12%), *S. Typhimurium* (13.95%) y *S. Schwarzengrund* (8.14%) (Y. C. Wang et al., 2011).

### **3. Comportamiento de *Salmonella* spp en aves de corral y cerdo: procesamiento primario y secundario**

En Costa Rica se recolectó canales de pollo en cada paso de una planta de procesamiento (sangrado, escaldado, desplumado, corte de la cloaca y apertura del abdomen, evisceración, lavado por aspersión, preenfriamiento, refrigeración y embalaje- envío). En el sangrado, el 60% de las muestras resultó positivo a *Salmonella* spp (6.1 log UFC/canal), disminuyendo gradualmente, hasta que incrementó durante la evisceración (40%, 3.9 log UFC/carcasa) y el lavado por aspersión (10%, 5.1 log UFC/carcasa). El estudio sugiere que estos dos últimos pasos representan un riesgo de contaminación cruzada y/o recontaminación de *Salmonella* spp en las canales durante el procesamiento (Rivera-Pérez et al., 2014).

En Nigeria se recolectó 53 muestras de carne de pollo de una planta de procesamiento, de las cuales el 22.6% fue positivo a *Salmonella* spp y 5.7% a *Escherichia coli* (Adeyanju & Ishola, 2014).

En Reino Unido, a partir de 14 plantas de faenamiento se estimó la prevalencia de *Salmonella* spp en muestras de contenido cecal (30.5%, IC95%: 26.5-34.6), hisopados rectales (24.0%, IC95%: 20.5-27.5) y en hisopados de canales (9.6%, IC95%: 7.3-11.9) de cerdos. En cuanto a las plantas de faenamiento, la contaminación de las canales varió de 0 al 21%. Los serovares identificados con mayor frecuencia fueron *S. 4,[5],12:i:-* (46.7%), *S. Typhimurium* (15%), *S. Derby* (13.3%) y *S. Bovismorbificans* (8.3%) (Powell et al., 2016).

### **4. Comportamiento de *Salmonella* spp durante la preparación y cocción**

En Canadá se evaluó la presencia de *Salmonella* spp con diferentes equipos para cocinar productos de pollo empanizados congelados. Este estudio se realizó a partir de los múltiples brotes que se reportaba en el país. Si bien estos productos requerían de cocción en hornos domésticos

convencionales, los consumidores informaron que usaban otros electrodomésticos alternativos para la cocción de estos productos. Por ello, se comparó la capacidad de un horno tostador, una freidora de aire, una freidora y un horno convencional para inactivar un coctel de *S. Enteritidis* en tiras de pollo empanadas congeladas. La freidora fue el equipo de cocción más efectivo, demostrando una mediana de reducción de 7 log, seguido del horno convencional (6 log). Con respecto a la freidora de aire como el horno tostador tuvieron un desempeño deficiente, con reducciones de 4 y 3 logaritmos, respectivamente (Rao et al., 2020).

## B. Evaluación de los efectos adversos para la salud

### 1. Dosis respuesta

A través de un modelo se estimó la relación de dosis respuesta para el desarrollo de Salmonelosis no tifoidea a causa de los dos serovares reportados con mayor frecuencia en la población, *S. Enteritidis* y *S. Typhimurium*. Para ello, se empleó datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y del Sistema de Vigilancia de los Brotes de Enfermedades Transmitidas por los Alimentos de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). El estudio concluyó que la dosis infecciosa para que el 50% de la población se enferme (ID50) fue de  $1.46 \times 10^4$  UFC/g de *S. Enteritidis* y  $6.4 \times 10^3$  UFC/g de *S. Typhimurium* (Akil & Ahmad, 2019).

### 2. Estudios en Perú

Se analizó 70 casos de salmonelosis invasiva registrados en el Hospital Cayetano Heredia desde el 2013 hasta el 2017. La frecuencia de la enfermedad fue mayor en los hombres (58.6%), así como también en las categorías de edad de 0-4 años (14.3%) y mayores de 65 años (24.3%). Cuando se recolectó la primera muestra para el cultivo de *Salmonella* spp, los pacientes provenían de emergencia (55.7%), hospitalizados (27.1%), consulta ambulatoria (15.7%) y de cuidados intensivos (1.4%). Los aislados fueron identificados principalmente como *Salmonella* no tifoidea (85.7%), seguido de *S. Typhi* (12.9%) y *S. Paratyphi* (1.4%) (Parra-Payano et al., 2019).

## 3. Resistencia antimicrobiana

En Perú se evaluó la resistencia de 193 cepas de *S. Infantis* provenientes de casos clínicos remitidos al Instituto Nacional de Salud (INS) durante el 2014-2016. El estudio empleó 10 antibióticos (ampicilina, sulfametoxazol/trimetoprima, ácido nalidíxico, nitrofurantoina, cefotaxima, ceftazidima, amoxicilina/ácido clavulánico, tetraciclina, cloranfenicol y ciprofloxacina) y el 74.1% de los aislados fueron resistentes a más de 5 antibióticos, resultando en 13 patrones diferentes. Además, una cepa fue resistente a todos los antibióticos obtenido en el 2016 (Quino Sifuentes et al., 2019).

En otro estudio se caracterizó 95 aislados de *Salmonella* spp recuperados de muestras de sangre durante el 2008 al 2013 de pacientes de nueve hospitales de Lima. Se identificó 8 serovares, entre ellos, *S. Enteritidis* (45%), *S. Typhimurium* (36%) y *S. Typhi* (11%). De los 10 antibióticos evaluados (sulfametoxazol / trimetoprima, tetraciclina, ácido nalidixico, ampicilina, cefotaxima, ceftazidima, aztreonam, ceftriaxona, cloranfenicol y ciprofloxacina), el 74% de los aislados no mostró resistencia, sin embargo, el 37% tuvo una sensibilidad intermedia a ciprofloxacina (Silva et al., 2017).

Por otro lado, se evaluó la resistencia antimicrobiana de 148 aislados de *Salmonella* spp provenientes de ganglios mesentéricos (n=59) e hisopados fecales (n=89) de cerdos recuperados de un matadero de Lima Metropolitana. Todos los aislados fueron resistente al menos a un antibiótico. La resistencia encontrada fue la siguiente: tetraciclina (100%), cloranfenicol (90%), nitrofurantoína (80%), lincomicina (70%), enrofloxacina (60%), amoxicilina (50%), sulfametoxasole/trimetoprima (30%), neomicina (20%), gentamicina (10%) y ampicilina (10%). El único antibiótico al cual todos los aislados fueron sensibles fue a ciprofloxacina (Arnold Ríos et al., 2019).

En otro estudio se reportó la resistencia de *S. Derby* al cloranfenicol (100%), oxitetraciclina (100%), tobramicina (47.4%), estreptomina (36.8%), ampicilina (5.3%) y gentamicina (5.3%) recuperado de hisopados de canales de cerdos de dos centros de beneficio de Lima (Salvatierra et al., 2017).

También se realizó el análisis con aislados de *Salmonella* spp provenientes de muestras de carne de pollo (n=15), cerdo (n=1) y de res (n=2) de cuatro distritos de Lima (Villa El Salvador, La Victoria, Comas, y San Martín de Porres). De los 18 aislados, 15 correspondieron a *S. Infantis*, 2 a *S. Enteritidis* y uno a *S. Anatum*. Con respecto a la muestra, 13

de los 15 aislados proveniente de la carne de pollo fueron *S. Infantis* y los dos restantes *S. Enteritidis*. El único aislado evaluado de la carne de cerdo fue *S. Infantis*. El resultado determinó que los aislados de *S. Infantis* y *S. Enteritidis* fueron resistentes a nitrofurano (MIC: 128-256 ug/ml) (Martínez-Puchol et al., 2020).

La resistencia antimicrobiana es un peligro para la Salud Pública, por ello en el Perú se crea la Comisión Multisectorial para enfrentar la Resistencia a los Antimicrobianos (RAM) en el 2019. Los objetivos del Plan Estratégico son 1) Mejorar la concienciación y la comprensión con respecto a la resistencia a los antimicrobianos a través de una comunicación, educación y formación efectivas, 2) Reforzar los conocimientos y la base científica a través de la vigilancia y la investigación, 3) Reducir la incidencia de las infecciones con medidas eficaces de saneamiento, higiene y prevención de la infección, 4) Utilizar de forma óptima los medicamentos antimicrobianos en la salud humana y salud animal y 5) Preparar argumentos económicos a favor de una inversión sostenible que tenga en cuenta las necesidades de Perú, y aumentar la inversión en nuevos medicamentos, medio de diagnóstico, vacunas y otras intervenciones (El Peruano, 2019).

En China, a partir de pacientes hospitalizados se determinó que el 20.39% (52/255) fue positivo a SNT, de los cuales el serogrupo B (88.46%) y el serovar *S. Typhimurium* (75%) fue detectado con mayor frecuencia. Además, 51 aislados fueron evaluados con 13 antibióticos, de los cuales la mayoría fue resistente a la ampicilina (92.16%), seguido de sulfametoxasole/trimetoprima (35.29%), cloranfenicol (35.29%), ceftriaxona (19.61%) y ceftazidima (17.65%) y, el 47.06% fue multidrogoresistente ( $\geq 3$  antibióticos) (Gong et al., 2022).

En el mismo país, se reportó altos porcentajes de SNT en muestras de carne de pollo (63.6%, 302/475) y de cerdo (73.1%, 313/428) provenientes de mercados. Además, se identificó 38 serovares, de los cuales fue ligeramente mayor en las muestras de pollo (27 serovares) en comparación con las muestras de cerdo (25 serovares). Los serovares más frecuentes en las muestras de pollo fueron *S. Agona* (18.2%), *S. Corvallis* (14.9%), *S. Kentucky* (12.6%) y *S. Mbandaka* (10.6%) y en las muestras de cerdo fueron *S. Typhimurium* (24.9%), *S. Rissen* (24.1%), *S. Derby* (21.1%) y *S. London* (15.3%). Considerando el total de aislados (n=615), se evaluó la sensibilidad contra 18 antibióticos, resultando el 95.6% resistente al menos a un antibiótico y el 77.1% multidrogoresistente ( $\geq 3$  antibióticos). La resistencia fue mayor contra sulfisoxazole (76.1%),

tetraciclina (75.3%), ampicilina (48%) ofloxacina (44.7%) y sulfametoxazol/trimetoprima (40.3%). En cuanto a la multidrogoresistencia, fue mayor en los aislados provenientes de la carne de pollo (81.1%) en comparación con los aislados de cerdo (73.2%) (Zhang et al., 2018).

#### 4. Efectos adversos para la Salud Internacional

En China se analizó los datos de 78 brotes por *Salmonella* no tifoidea (SNT) ocurridos en la provincia de Zhejiang. Los datos se obtuvieron de la Red Nacional de Vigilancia de Enfermedades Transmitidas por Alimentos de China (NFDSN) del 2010 al 2019. Los brotes causaron 1450 casos y 353 hospitalizaciones. Con respecto al lugar, 33.3% de los brotes ocurrieron en entornos domésticos y el 41.8% de los casos fue por la exposición en fábricas (o tiendas) de procesamiento de productos de panadería. Además, de 59 brotes, el 30.5% se debió al consumo de productos cárnicos cocidos, seguidos de pasteles y sándwiches que generalmente contienen carne y/o huevos. Los serovares detectados con mayor frecuencia fueron *S. Enteritidis* (56.9%) y *S. Typhimurium* (17.2%) y los brotes se atribuyeron principalmente a la contaminación cruzada (88.1%) y a una temperatura inadecuada de almacenamiento (61.0 %) (L. Sun et al., 2021).

#### 5. Estudio de caso-control

Se realizó un estudio en 306 niños con gastroenteritis divididos en 102 niños diagnosticados con Salmonelosis no tifoidea y 204 por otras causas pareados por edad. Se empleó un cuestionario en el cual se preguntó por exposiciones 3 días antes del desarrollo de la enfermedad. En el análisis se obtuvo que comprar alimentos en mercados húmedos/restaurante/granja (OR=2.64, IC95%: 1.03-6.77) es un factor de riesgo para desarrollar la enfermedad. Si bien tener un miembro en el hogar con gastroenteritis (OR: 2.03, IC95%: 0.94-4.39) no se asoció estadísticamente, el estudio indica que es importante que las personas con síntomas no tengan contacto con los niños y mantener buenas prácticas de higiene en la familia (Woh et al., 2021).

En otro estudio se reportó que el consumo de carne de cerdo (OR=2.22, IC95%: 1.12-4.43), fiambres de cerdo (OR=2.49, IC 95%: 1.32-4.68) y jugar en la tierra (OR=3.02, IC95%: 1.55-5.88) son factores de riesgo para el desarrollo de infecciones por *S. Typhimurium*. Además, los casos por *S. Typhimurium* tuvieron más episodios de diarrea con sangre (48%) en comparación a otros serovares (21.9%) (Arnedo-Pena et al., 2018).

## 6. Evaluaciones de riesgo y otras actividades

En China se estimó que disminuir la contaminación por SNT en la carne de pollo a un nivel menor de 1,5 NMP/100 g en mercados, el uso de tablas diferentes para alimentos crudos y cocidos, y usar detergente para limpiar las tablas disminuiría el riesgo de infección por SNT en la población en un 53%, 65% y 46%, respectivamente. Las medidas que propusieron fueron las siguientes:

1) fortalecer el proceso de almacenamiento de la carne de pollo comercializado en mercados y desarrollar buenas prácticas de manufactura para reducir la contaminación cruzada, 2) fortalecer la comunicación de los riesgos para la inocuidad de los alimentos y concientización sobre la inocuidad de los alimentos en la cocina, 3) realizar una evaluación cuantitativa de riesgo desde la granja hasta el hogar y 4) describir los malos hábitos de cocina por región para proponer intervenciones más dirigidos (CFSA, 2021).

También se realizó un estudio para evaluar el riesgo de *Salmonella* spp por el consumo de carne de cerdo en mercados minoristas. El análisis reportó que, si se disminuye la cantidad de *Salmonella* spp por debajo de 1 UFC/g en la carne de cerdo, realizar una limpieza adecuada de las tablas de cortar y cuchillos, y el uso de tablas de cortar diferentes para alimentos crudos y listos para comer, reduciría el riesgo de desarrollar salmonelosis en un 59.39%, 58.97% y 90%, respectivamente. Igualmente resaltan la importancia de mejorar las prácticas de higiene y controlar la contaminación de *Salmonella* spp en la carne de cerdo en mercados (Jia et al., 2021).

## 9.2 Anexo 2: Medidas de Control

### A. Medidas actuales de manejo del riesgo

#### 1. Legislación

##### MIDAGRI

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) junto con el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) promueven la producción, procesamiento, transporte, almacenamiento y consumo de alimentos sanos e inocuos. Para ello se ha desarrollado la Guía de Buenas Prácticas de Faenado de Animales de Abasto, el Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto y Guía de Almacenamiento de Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos, etc.

#### 2. Requisitos Obligatorios

El Decreto Legislativo N° 1062 establece la Ley de Inocuidad de los Alimentos

#### 3. Guía de Buenas Prácticas en Perú

##### Buenas Prácticas Avícolas y Bioseguridad

En el Perú se tiene la Guía de Buenas Prácticas Avícolas (reproducción y engorde) requisitos generales y recomendaciones para la aplicación de las Buenas Prácticas Avícolas. En la guía también incluye las medidas de bioseguridad para prevenir la entrada y salida de agentes patógenos a las explotaciones avícolas.

##### Guía para la Implementación de Buenas Prácticas Pecuarias (BPP)-Producción de Porcinos

La presente guía describe las características de las instalaciones, manejo de los diferentes estados productivos, sanidad, bienestar animal, etc., para orientar a los medianos y pequeños productores de porcinos y asegurar la inocuidad de los alimentos, así como también, la protección de los trabajadores y del medio ambiente.

#### 4. Control en la granja

##### a) Prácticas de higiene y bioseguridad

En Bélgica se evaluó los procedimientos de limpieza y desinfección en dos granjas de pollos. Los protocolos consistían en limpieza en seco (eliminación del estiércol y pienso), limpieza húmeda (uso de productos de limpieza) y desinfección (por nebulización o aspersores con productos comerciales). Se tomaron muestras a) antes de la limpieza, b) después de la limpieza y c) después de la desinfección para la cuantificación de *Enterococcus* spp y *E. coli* y la detección de

*Salmonella* spp. Previo a la limpieza, la cantidad de *Enterococcus* spp fue de  $6.6 \pm 1.0 \log / 625 \text{ cm}^2$  y *E. coli* de  $4 \log \text{ UFC} / 625 \text{ cm}^2$ . Después de la limpieza, se redujo a  $4.0 \pm 1.2 \log \text{ CFU} / 625 \text{ cm}^2$  (*Enterococcus* spp) y  $2.7 \log \text{ UFC} / 625 \text{ cm}^2$  (*E. coli*). Posterior de la desinfección, siguió disminuyendo a  $2.8 \log \text{ UFC} / 625 \text{ cm}^2$  (*Enterococcus* spp) y  $2.4 \log \text{ UFC} / 625 \text{ cm}^2$  (*E. coli*). En el presente estudio no se detectó *Salmonella* spp, sin embargo, mencionaron que *Enterococcus* spp sería un mejor indicador para evaluar los protocolos de limpieza y desinfección en comparación a *E. coli* (Luyckx et al., 2015).

#### **b) Uso de bacteriófagos**

En un estudio infectaron experimentalmente pollos de 45 días de edad con 5 ml ( $10^7 \text{ UFC/ml}$ ) de *S. Enteritidis* por la vía oral, y una hora después, se les administró un coctel de fagos. Grupos de animales fueron sacrificados en distintos momentos para determinar la presencia de *S. Enteritidis*: 30 minutos, 1, 3, 6 y 12 horas después de la administración de fagos. La reducción de *S. Enteritidis* se detectó a las 3 horas ( $3 \times 10^3 - 4 \times 10^3 \text{ UFC/g}$ ), siendo mayor a las 12 horas ( $2 \times 10^2 - 3 \times 10^3 \text{ UFC/g}$ ) (Marietto Gonçalves et al., 2014).

#### **c) Vacunación**

Se evaluó dos vacunas experimentales construidas con *S. Enteritidis* mutantes en pollos. Los animales fueron inmunizados intramuscularmente con  $1 \times 10^5 \text{ UFC}$  a los 7 y 14 días de edad, mientras que el grupo control recibió solamente suero fisiológico. El desafío se realizó una semana después con  $2 \times 10^9 \text{ UFC}$  de una cepa patógena y fueron seguidos durante tres semanas. Las dos vacunas experimentales reportaron protección del 80% y 75%, mientras que en el grupo control sobrevivió el 5% de los animales (Q. Li et al., 2019).

#### **d) Inmunización pasiva**

Anticuerpos IgY contra *S. Enteritidis* y *S. Typhimurium* se incubaron contra los mismos serovares para evaluar su crecimiento durante seis horas. Se reportó un crecimiento en  $0.3 \log \text{ UFC/ml}$  en el cultivo con IgY específicos a *S. Enteritidis* y  $1.2 \log \text{ UFC/ml}$  con IgY no específicos de 4 a 6 horas de incubación, indicándose una reducción cuatro veces menor en comparación con el grupo control. En cuanto a *S. Typhimurium* se redujo en  $1.6 \log \text{ UFC/ml}$  después de 6 horas (Lee et al., 2002).

#### **e) Prebióticos y Probióticos**

En un estudio evaluaron cuatro probióticos (*Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium breve*, *B. longum* y *B. infantis*) para determinar su protección en animales desafiados experimentalmente. Los animales de un día de edad recibieron 1 ml

( $2 \times 10^9 \text{ UFC}$ ) de un probiótico por la vía oral por tres días y luego fueron desafiados con 1 ml ( $10^8 \text{ UFC}$ ) de *S. Typhimurium* patógena. Al día siguiente, los animales fueron sacrificados para recolectar las tonsilas cecales y el contenido cecal. La frecuencia de animales positivos a *S. Typhimurium* en las tonsilas fue menor en el grupo que recibió *L. casei* (10%), seguido de *B. breve* (20%), *B. infantis* (30%) y *B. longum* (90%). Situación semejante cuando se comparó las cantidades de *S. Typhimurium* en el contenido cecal (*L. casei*  $17.18 \pm 3.45 \times 10^4 \text{ UFC}$  vs control  $230 \pm 4.14 \times 10^4 \text{ UFC}$ ) (El-Sharkawy et al., 2020).

#### **f) Aplicación de bacteriocina**

Un total de 90 pollitos de un día de edad fueron divididos en tres grupos (control, bacteriocina y antibiótico) para comparar la ganancia de peso y cuantificar *Salmonella* spp en heces. En este estudio evaluaron la albusina B que es una bacteriocina producida por *Ruminococcus albus*. Esta bacteria se encuentra en la microbiota del rumen favoreciendo la degradación de la celulosa. Con respecto al peso, el grupo que recibió la bacteriocina obtuvo mayor ganancia de peso en comparación con el grupo control ( $p < 0.05$ ), y de forma similar con el grupo que recibió el antibiótico. Además, *Salmonella* spp estuvo presente en mayor cantidad en el grupo control ( $6.15 \pm 0.44 \log \text{ UFC/g}$ ) comparado con la administración de albusina B ( $5.63 \pm 0.48 \log \text{ UFC/g}$ ) y antibiótico ( $5.87 \pm 0.29 \log \text{ UFC/g}$ ) (H. T. Wang et al., 2011).

### **5. Control durante o post procesamiento**

#### **A. Descontaminación durante el procesamiento**

En carne de pollo se evaluó el uso del ácido acético activado por plasma (PAAA) a diferentes concentraciones para inactivar *Salmonella* spp. Para ello, las muestras de piel inoculadas con *S. Typhimurium* y tratadas con PAAA reportaron una reducción de 0.17, 0.15 y  $2.33 \log \text{ UFC/cm}^2$  a concentraciones de 0.2%, 0.6% y 0.8% respectivamente. En el caso de la carne de pecho y muslo, hubo una reducción de 2.33 y  $2.75 \log \text{ UFC/cm}^2$  a 0.8%, respectivamente (Kang et al., 2022).

Con respecto a la carne de cerdo, concentraciones de ácido acético al 1% y 2.5% mostró una reducción promedio de *S. Typhimurium* en 4.7-5.8 y 3.6-4.1  $\log \text{ UFC/cm}^2$  en muestras de piel y carne, respectivamente (Christiansen et al., 2009).

#### **B. Cocinas**

Se recomienda el correcto lavado de los alimentos, las manos, separar los alimentos crudos y cocidos y cocinar con la temperatura y tiempo adecuado (CDC, 2022).

### **C. Guías del Codex**

Las directrices del Codex se basan en las buenas prácticas de higiene (BPH) y facilitan la elaboración de planes del sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC). Su objetivo es proveer información sobre el control de *Salmonella* spp con el fin de disminuir las enfermedades transmitidas por alimentos (Codex, 2011).

### **D. Reglamento de la Unión Europea**

El Reglamento (UE) 2017/1945 de la Comisión establece los criterios microbiológicos para determinados microorganismos y las normas de aplicación que deben cumplir los explotadores de empresas alimentarias con respecto a las medidas de higiene generales y específicas (UE, 2017).





**SENASA**  
**PERU**

Av. La Molina N°1915  
La Molina, Lima - Perú  
Telef: (+511) 313 3300  
[www.gob.pe/senasa](http://www.gob.pe/senasa)

Senasa Perú /     