Artículo científico

Presencia y Resistencia a los Antimicrobianos de serovariedades de *Salmonella enterica* aisladas en una empresa avícola integrada del Ecuador

Sandra Villagómez Estrada¹, María Logacho Pilataxi¹, Christian Vinueza Burgos^{1*}

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador.

*cvinueza@uce.edu.ec

doi: <https://doi.org/10.26807/remcb.v38i1.17>

Recibido 01-07-2016 ; Aceptado 20-01-2017

RESUMEN.- A nivel mundial *Salmonella* es la responsable de causar millones de casos de gastroenteritis humana y más de cien mil defunciones cada año. Una de las principales fuentes de contagio esta bacteria son los productos de origen aviar. La utilización generalizada de antimicrobianos en la industria avícola ha favorecido el surgimiento de cepas de *Salmonella* multiresistentes. Dichas cepas podrían transmitirse al ser humano a través del consumo de productos cárnicos contaminados. El objetivo de esta investigación fue identificar serotipos y patrones de resistencia antimicrobiana de cepas de *Salmonella* aisladas en una empresa avícola integrada en Ecuador. Al final del período de muestreo se recolectaron 289 muestras que fueron analizadas en base a la norma NTE INEN-ISO 6579 Anexo D. El 20.1% de las muestras fueron positivas a *Salmonella*, identificándose 4 diferentes serovariedades, siendo *S. Infantis* (74.1%) el serotipo más frecuente. La mayoría de cepas de *Salmonella* presentaron resistencia a nitrofurantoína (94.8 %), tetraciclina (82.8%), cloranfenicol (79.3%) y trimetopin-sulfametoxazol (81%). Los resultados de este estudio indican que *Salmonella* puede estar presente en los diferentes procesos de la industria avícola ecuatoriana, además la resistencia antibacteriana de cepas aisladas en carne de pollo puede representar un riesgo para la salud pública.

PALABRAS CLAVES: Ecuador, Industria Avícola, Resistencia a los antimicrobianos, *Salmonella*, Serotipo.

ABSTRACT.- *Salmonella* is the cause of millions of cases of human gastroenteritis worldwide and over one hundred thousand deaths each year. A major source of this bacteria are poultry products. The widespread use of antibiotics in poultry industry has favored the emergence of multidrug-resistant strains of *Salmonella*. Such strains could be transmitted to humans through consumption of contaminated meat products. The objective of this research was to identify serotypes and antimicrobial resistance patterns of *Salmonella* strains isolated from an integrated poultry company in Ecuador. A total of 289 samples were analyzed with the ISO 6579 Annex D protocol. The results showed 20.1% of positive samples. Four serotypes were found from which *S. Infantis* (86.2%) was the most frequent serotype. Most *Salmonella* strains were resistant to nitrofurantoin (94.8 %), tetracycline (82.8%), chloramphenicol (79.3%) and trimetopin-sulfamethoxazole (81%). The results shown in this study indicate that *Salmonella* may be present in different processes of Ecuador's poultry industry and that antibacterial resistance strains isolated from chicken meat may represent a risk to public health.

KEYWORDS: Antimicrobial Resistance, Ecuador, Poultry Industry, *Salmonella*, Serotype.

INTRODUCCIÓN

Las bacterias del género *Salmonella* tienen como hábitat el intestino de seres humanos y animales, pero también pueden encontrarse en el ambiente y en cualquier material con contaminación fecal (OIE 2012, Da Silva et al. 2013).

Salmonella es uno de los principales agentes causales de enfermedades diarreicas. Se estima que este patógeno causa más de 78 millones de casos de salmonelosis no tifoidea y 59 000 muertes (WHO 2015). La fuente más común de esta bacteria es la carne de pollo, seguida por la carne de cerdo y bovino (EFSA y ECDC 2015b).

El surgimiento de bacterias farmacorresistentes, entre ellas *Salmonella*, se ha visto favorecido por la utilización generalizada de agentes antibacterianos en animales de abasto, convirtiéndose en un problema para la salud pública a nivel mundial (Su et al. 2004, Rahmani et al. 2013).

En la producción avícola los antibióticos son empleados para la prevención y tratamiento de enfermedades o como promotores de crecimiento, lo que podría favorecer la selección y difusión de bacterias resistentes a los mismos (Gyles 2008, OMS 2014). Las aves de corral pueden albergar cepas resistentes de *Salmonella*, dichas cepas podrían transmitirse al ser humano a través del consumo de productos avícolas contaminados (Al-Zenki et al. 2007).

Así, se han encontrado cepas resistentes de *Salmonella* en diferentes etapas de la cadena productiva avícola. Dichas cepas han sido aisladas de muestras de granja, contenido cecal, carcasas y carne de pollo (Mainali et al. 2014, Tîrziu et al. 2015, Voss-Rech et al. 2015, Cui et al. 2016).

Diferentes estudios demuestran que cepas de *Salmonella* aisladas en la industria avícola presentan resistencia a por lo menos a un agente antibacteriano. En la Unión Europea (UE) se han aislado cepas de *Salmonella* resistentes al ácido nalidíxico, sulfonamidas y tetraciclinas (EFSA y ECDC 2015a).

En Brasil, cepas aisladas de granjas de pollos presentaron multiresistencia a diferentes antibióticos, entre ellos trimetoprim/sulfametoxazol

(Voss-Rech et al. 2015), mientras que en Colombia más del 96% de los aislamientos de *Salmonella* recuperados de granjas (hisopados de barrido y heces) presentaron resistencia a tetraciclinas (Donado-Godoy et al. 2012).

Adicionalmente, en muestras de carcasas de pollo, carne y contenido cecal se han encontrado cepas de *Salmonella* resistentes principalmente a ácido nalidíxico y tetraciclinas (Sodagari, et al. 2015, Lee et al. 2016, Vinueza et al. 2016).

La industria avícola es uno de los sectores pecuarios de más rápido crecimiento en todo el mundo. El consumo de productos cárnicos avícolas es cada vez mayor (Herren 2012). En el Ecuador se estima que el consumo per cápita de carne de pollo es de 35kg/año (CONAVE 2013).

A pesar de la importancia de este patógeno, son escasas las investigaciones acerca de la presencia y resistencia a los antibióticos de *Salmonella* en los sistemas de producción avícola en Ecuador. El objetivo del presente estudio fue investigar la presencia, serotipos y resistencia antibacteriana de *Salmonella* aislada a partir de muestras de alimento balanceado, materias primas, muestras de granja y carcasas de pollo en una empresa avícola integrada en Ecuador.

METODOLOGÍA

En el presente estudio, el número de muestras y sitios de muestreos fueron consensuados con la empresa avícola integrada para que representen una cantidad proporcional del número de procesos en la cría de pollos de engorde. Se tomaron muestras en tres etapas de producción en la empresa avícola. La primera etapa consta de muestras tomadas en la planta productora de alimento balanceado. La segunda etapa constituye las granjas de crianza, tomando muestras en recepción y en finalización. La tercera etapa comprende las muestras tomadas de las carcasas de las aves durante su sacrificio en la planta de faenamiento (Tabla 1). Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Bacteriología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Central del Ecuador.

Toma de Muestras.- Las muestras de alimento terminado, materias primas ensacadas (harina de car-

ne, harina de sangre, harina triple y pasta de soya) y maíz, fueron colectadas desde la tolva durante la descarga de un lote de alimento en 12 tomas, introduciendo un calador estéril en los sacos y tomando muestras en el tornillo sin fin, respectivamente.

Con la finalidad de evaluar la contaminación inicial de los pollitos de un día de edad se tomaron diez papeles de recibimiento por cada lote de reproductoras. En el laboratorio se colectó aproximadamente 25g de papel con contenido fecal para su aislamiento bacteriológico. En la etapa de crianza entre 28–30 días, se evaluó la contaminación de las aves tomando 2 muestras de cada galpón mediante hisopos de barrido. En la planta de faenamiento se tomaron 25 ciegos al azar de cada lote examinado. Posteriormente, en el laboratorio se colectó asépticamente un gramo de heces por cada ciego hasta formar un pool de 25g.

En la planta de faenamiento se colectaron asépticamente 4 muestras de piel de la pechuga de carcasas antes de entrar al tanque de pre enfriamiento y 4 muestras a su salida del tanque de enfriamiento. Cada muestra estuvo compuesta de un pool de tres

porciones de piel provenientes de carcasas diferentes. El peso aproximado de cada muestra fue de 25g.

Aislamiento e Identificación de *Salmonella*.- El procesamiento de las muestras en el laboratorio se realizó en base a la norma NTE INEN-ISO 6579 anexo D “Microbiología de los alimentos para consumo humano y alimentación animal. Método horizontal para la detección de *Salmonella* spp.”

Para cada muestra se realizó una dilución de 1:10 con Agua Peptonada Tamponada (BPW; Difco, BD, Sparks, MD) y se homogenizó. Después de la incubación a 37°C por 20 horas, se colocó 3 gotas del cultivo enriquecido en una placa de agar semisólido Modified Rappaport-Vassiliadis (MSRV; Oxoid, Basingstoke, UK) y se incubó a 42°C por 24 horas. Las placas de agar fueron examinadas para observar la formación de un halo blanquecino. Se tomó una azada desde el borde del halo, se estrió en un placa de agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD, Difco, BD, Sparks, MD) y se incubó a 37°C por 24 horas. Dos colonias presuntivas de *Salmonella* fueron confirmadas mediante su reacción en agar Hierro Triple Azúcar (TSI, Difco, BD), agar Hierro Lisina (LIA,

Tabla 1. Tipos de muestras analizadas

Sitio de muestreo	Tipo de muestra	Número muestreos	Total muestras
Planta de Alimento	Alimento terminado	22	40
	Harina de carne	13	18
	Harina de sangre	13	20
	Harina triple*	19	67
	Maíz	22	30
	Pasta de Soya	14	19
Crianza en granja	Recepción	29	29
	Hisopos de barrido	6	12
	Heces	6	6
Planta de Faenamiento	Piel antes de pre enfriamiento	6	24
	Piel después de enfriamiento	6	24
Total		156	289

*Harina Triple: mezcla de harina de vísceras, plumas y sangre.

BBL, BD), Agar Urea (BBL, BD) y medio para reacción de Indol (BBL, BD). Una colonia positiva a la identificación fenotípica de *Salmonella* se utilizó en los siguientes análisis.

Tipificación serológica de *Salmonella*.- La tipificación se realizó mediante el esquema de Kauffmann-White que divide a este género bacteriano en diferentes serotipos en base a los antígenos somáticos (O), flagelares (H) y capsular (Vi) (Becton Dickinson, New Jersey- USA).

Sensibilidad a los Antimicrobianos.- La susceptibilidad antimicrobiana se evaluó mediante el método de difusión en disco con 13 agentes antimicrobianos (Oxoid, UK), siguiendo las directrices del Instituto de Normas Clínicas y de Laboratorio (CLSI 2015). Los antimicrobianos utilizados fueron: gentamicina, estreptomina, penicilina, ampicilina, amoxicilina-ácido clavulánico, cefalotina, cefotaxima, cloranfenicol, azitromicina, ciprofloxacina trimetoprim-sulfametoxazol, tetraciclina y nitrofurantoína. Se utilizó

como control la cepa de *Escherichia coli* ATCC 25922. Se usó los cut offs recomendados por el Instituto de Normas Clínicas y de Laboratorio (CLSI 2015) para determinar la resistencia de las cepas de *Salmonella* a los antibióticos probados. (Tabla 2). Para identificar los patrones de resistencia se tomó en cuenta a las cepas con fenotipos resistentes e intermedios.

RESULTADOS

Las muestras de piel tomadas antes del tanque de pre enfriamiento y después del tanque de enfriamiento presentaron el mayor porcentaje de aislamiento a *Salmonella*, mientras que las muestras de alimento y recepción de pollitos de un día de edad tuvieron los menores porcentajes de positividad. (Tabla 3).

Se identificaron 4 serotipos de *Salmonella*: *S. Infantis* (74.13%) *S. Liverpool* (6.89%) *S. Amsterdam* (1.72%) y *S. Uganda* (1.72%). Dos cepas de *Salmonella* no pudieron ser

Tabla 2. Lista de Antimicrobianos utilizados y estándares de interpretación

Antimicrobiano	Abreviatura	Concentración	Estándar Interpretativo (mm)		
			R	I	S
Aminoglucósidos					
Gentamicina	G	10	12	13-14	15
Estreptomina	E	10	11	12-14	15
B-lactámicos					
Penicilina	P	10	14	-	15
Ampicilina	M	10	13	14-16	17
Amoxicilina-Ác. Clavulánico	A	20	13	14-17	18
Cefalosporina 1era generación					
Cefalotina	F	30	14	15-17	18
Cefalosporina 3era generación					
Cefotaxima	X	30	22	23-25	26
Macrólido					
Azitromicina	Z	15	12	-	13
Fluoroquinolona					
Ciprofloxacina	C	5	20	21-30	31
Tetraciclina					
Tetraciclina	T	30	11	12-14	15
Nitrofurano					
Nitrofurantoína	N	300	14	15-16	17
Fenicol					
Cloranfenicol	L	30	12	13-17	18
Trimetopim-sulfametoxazol					
Trimetopim-sulfametoxazol	S	25	10	11-15	16

R=Resistente, I=Intermedio, S=Sensible

Tabla 3. Muestras positivas al aislamiento de *Salmonella*

Sitio de muestreo	Tipo de muestra	Número muestras	Número de muestras positivas (%)
Planta de Alimento	Alimento	194	8 (4.1)
Crianza en granja	Recepción	29	1 (3.4)
	Hisopos de Barrido	12	8 (66.7)
	Heces	6	3 (50.0)
Planta de Faenamiento	Piel antes de pre enfriamiento	24	19 (79.2)
	Piel después de enfriamiento	24	19 (79.2)
Total		289	58 (20.1)

serotipificadas con los antisueros disponibles. Todas las cepas de *Salmonella* de muestras de piel tomadas antes del tanque de pre enfriamiento y después del tanque de enfriamiento pertenecieron al serotipo Infantis (Tabla 4).

Susceptibilidad antimicrobiana de *Salmonella*.

La mayoría de las cepas de *Salmonella* presentaron fenotipos multiresistentes con resistencia a por lo menos dos antibióticos, con excepción de *S. Uganda* que no presentó resistencia a ningún antibiótico. Se identificaron 15 patrones de resistenciasiendo el grupo 4 el patrón de resistencia más frecuente. Las cepas de *S. Infantis* presentaron los patrones de resistencia con el mayor número de antibióticos (Tabla 5).

Las cepas de *Salmonella* de muestras de piel tomadas antes del tanque de pre enfriamiento y después del tanque de enfriamiento mostraron los mayores porcentajes de resistencia con patrones de 12 antibióticos, seguido de las muestras de hisopos de barrido. En tanto que las muestras de alimento presentaron los patrones de menor resistencia con 3 antibióticos. Una muestra de heces fue la única resistente a estreptomycinina (Tabla 6).

DISCUSIÓN

Salmonella se encontró en todas las etapas de la empresa avícola. Los datos muestran que en la fábrica de alimento balanceado la bacteria estuvo presente en el 4.1% (n=194) de muestras de piensos e ingredientes. Estos resultados

Tabla 4. Serotipos de *Salmonella*

Tipo de Muestra	Aislamientos <i>Salmonella</i>	Serotipo (n)	%
Alimento	8	Infantis (2)	25
		Liverpool (4)	50
		Ámsterdam (1)	12,5
		<i>Salmonella</i> * (1)	12,5
Recepción	1	<i>Salmonella</i> ** (1)	100
Hisopos de barrido	8	Infantis (7)	87,5
		Uganda (1)	12,5
Heces	3	Infantis (3)	100
Piel antes de pre enfriamiento	19	Infantis (19)	100
Piel después de enfriamiento	19	Infantis (19)	100

*Aglutinación antisuero Poly A, Antisuero somático O: 1,9,12.

**Aglutinación con antisuero Poly C.

Tabla 5. Serotipos y perfil de resistencia

Patrón	Perfil de resistencia	Serotipo	Aislamientos		Origen de la muestra (n)
			n	(%)	
1	GPMAFLXCSTN	<i>S. Infantis</i>	6	10,5	Hb (1); Pa (1); Pd (4)
2	PMFLXZCSTN	<i>S. Infantis</i>	2	3,5	Pa (1); Pd (1)
3	GPMFLXCSTN	<i>S. Infantis</i>	1	1,8	Pa (1)
4	PMFLXCSTN	<i>S. Infantis</i>	26	45,6	Hb (4); H (1); Pa (11); Pd (10)
5	EPMFLXCTN	<i>S. Infantis</i>	1	1,8	H (1)
6	GPMFLXSTN	<i>S. Infantis</i>	1	1,8	Pa (1)
7	PMFLXSTN	<i>S. Infantis</i>	5	8,8	Hb (2); Pa (2); Pd (1)
8	PMFXCSTN	<i>S. Infantis</i>	2	3,5	H (1); Pa (1)
9	PMAFXZCN	<i>Salmonella</i> spp.	1	1,8	R (1)
10	GLCSTN	<i>S. Infantis</i>	3	5,3	Pa (1); Pd (2)
11	LXCSTN	<i>S. Infantis</i>	1	1,8	Pa (1)
12	ZCN	<i>S. Infantis</i> , <i>S. Amsterdam</i>	2	3,5	Al (2)
13	ZN	<i>Salmonella</i> spp.	1	1,8	Al (1)
14	N	<i>S. Liverpool</i>	3	5,3	Al (3)
15	C	<i>S. Infantis</i> , <i>S. Liverpool</i>	2	3,5	Al (2)
Total			57	100	

Hb: hisopos de barrido; Pa: piel antes de pre enfriamiento; Pd: piel después de enfriamiento; H: heces; R: recepción; Al: alimento

G: gentamicina; E: estreptomina; P: penicilina; M: ampicilina; A: amoxicilina-ác. clavulánico; F: cefalotina; X: cefotaxima;

Z: azitromicina; C: ciprofloxacina; T: tetraciclina; N: nitrofurantoina; L: cloranfenicol; S: trimetoprim-sulfametaxazol

contrastan con los niveles de contaminación por *Salmonella* obtenidos en Costa Rica de 5.4% (n=1420) y en Tanzania con 29.4% (n=197) de positividad (Mdemua et al. 2016, Molina et al. 2016). Por el contrario, los resultados reportados son miliares a los encontrados en Brasil y España en donde la bacteria ha sido aislada en el 4.9% (n=1269) y 4.8% (n=3844) de las muestras analizadas, respectivamente (Torres et al., 2011, Pellegrini et al. 2015).

Por otra parte, el patógeno se aisló únicamente de materias primas de origen animal (6.7%), siendo la harina de carne (22.2%) el ingrediente más contaminado. Estos datos difieren de los reportados en Turquía, en donde el 3.5% (n=400) de harinas de origen animal presentaron contaminación por *Salmonella* (Kutay et al. 2016). Sin embargo, en China se reportó 35.7% (n=14) de contaminación en harina de carne (Yang et al. 2016). La presencia de la bacteria en este tipo de ingredientes puede deberse a la utilización de subproductos animales infectados que han sido sometidos a un proceso de *rendering* ineficaz (Wierup 2013).

Hay que tomar en cuenta que la comparación de datos acerca de la prevalencia de *Salmonella* en materias primas y/o alimento terminado resultan difíciles de realizar, debido a las diferencias en los métodos de muestreo y de diagnóstico aplicados en cada investigación (EFSA 2008). En granja, el microorganismo estuvo presente en el 3.5% (n=29) de muestras de papel de recepción,

66.7% (n=12) en hisopados de barrido y 50% (n=6) en muestras de ciego. La presencia de *Salmonella* a nivel de granja es variable. Así, en Brasil, el microorganismo se aisló del 3,6% (n=28) de muestras de forros de cajas de transporte de pollos y en España el 31.2% (n= 64) de muestras de meconio y forros de papel fueron positivas a *Salmonella* (Marin, et al. 2011). En contraste, Adesiyun et al. (2014) obtuvieron un resultado negativo en todas las muestras de meconio (n=20). La presencia de *Salmonella* en pollitos de un día de edad sugeriría la posibilidad de una transmisión vertical desde las reproductoras o una transmisión horizontal desde la incubadora o durante el transporte de los pollitos hacia las granjas.

Los resultados de la presencia de *Salmonella* en las heces de pollos son similares a los reportados en Colombia en donde se detectó una prevalencia de 65% (n= 315) (Donado-Godoy et al. 2012). Sin embargo, en China este microorganismo fue aislado del 11.4% (n=290) de muestras de ciegos y en España la prevalencia del patógeno en granjas de pollos de engorde fue del 1.02% (n=6577) (Cui et al. 2016, Lamas et al. 2016). En Estados Unidos *Salmonella* se detectó en el 43.1% (n=109) y 13.6% (n=220) de muestras de hisopado de barrido y heces, respectivamente (Berghaus et al. 2013).

Adicionalmente, en Brasil esta bacteria estuvo presente en el 5.0% (n=40) de muestras de hisopados

Tabla 6. Resistencia antimicrobiana en cepas de *Salmonella*

Antimicrobiano	Aislados con fenotipos resistentes en cada punto de muestreo (%)						Total (%)*
	Alimento	Recepción	Hisopos de barrido	Heces	Piel antes pre enfriamiento	Piel después enfriamiento	
Aminoglucósidos							
Gentamicina	0	0	1 (12.5)	0	3 (15.8)	7 (36.8)	11 (18.9)
Estreptomina	0	0	0	1 (33.3)	0	0	1 (1.7)
B-lactámicos							
Penicilina	0	1 (100)	7 (87.5)	3 (100)	17 (89.5)	17 (89.5)	45 (77.6)
Ampicilina	0	1 (100)	7 (87.5)	3 (100)	17 (89.5)	17 (89.5)	45 (77.6)
Amoxicilina-Ác, Clavulánico	0	1 (100)	1 (12.5)	0	1 (5.3)	4 (21.1)	7 (12.1)
Cefalosporina 1era generación							
Cefalotina	0	1 (100)	7 (87.5)	3 (100)	17 (89.5)	17 (89.5)	45 (77.6)
Cefalosporina 3era generación							
Cefotaxima	0	1 (100)	7 (87.5)	3 (100)	18 (94.7)	17 (89.5)	46 (79.3)
Macrólido							
Azitromicina	3 (37.5)	1 (100)	0	0	1 (5.3)	1 (5.3)	6 (10.3)
Fluoroquinolona							
Ciprofloxacina	5 (62.5)	1 (100)	5 (62.5)	3 (100)	1 (5.3)	1 (5.3)	16 (27.6)
Tetraciclina							
Tetraciclina	0	0	7 (87.5)	3 (100)	19 (100)	19 (100)	48 (82.8)
Nitrofurano							
Nitrofurantoina	6 (75)	1 (100)	7 (87.5)	3 (100)	19 (100)	19 (100)	55 (94.8)
Fenicol							
Cloranfenicol	0	0	7 (87.5)	2 (66.7)	18 (94.7)	19 (100)	46 (79.3)
Trimetopin-sulfametoxazol							
Trimetopin-sulfametoxazol	0	0	7 (87.5)	2 (66.7)	19 (100)	19 (100)	47 (81)
Total (%)**	3 (23.1)	8 (61.5)	11 (84.6)	10 (76.9)	12 (92.3)	12 (92.3)	

*Total de cepas de *Salmonella* resistentes a cada antibiótico.

** Total de antibióticos para los que las cepas de *Salmonella* presentaron fenotipos resistentes

de barrido colectados días antes de finalizarse la crianza y en Ecuador el 15.9% (n=388) de lotes de pollos fueron positivos a *Salmonella* (Giombelli y Abreu 2014, Vinueza-Burgos et al. 2016)

Las diferencias en la prevalencia de *Salmonella* reportada en el Ecuador puede deberse a que en el estudio realizado por Vinueza-Burgos et al. (2016) se abarcó un mayor número de empresas avícolas durante un año.

Además, las variaciones de la presencia de *Salmonella* en cada estudio se pueden atribuir a diferencias en las prácticas de crianza, terapia antibacteriana y/o condiciones de manejo y bioseguridad de las granjas.

En la planta de faenamiento no se encontraron variaciones en la cantidad de *Salmonella* aislada antes ni después del enfriamiento de las canales. Esto coincide con un estudio realizado en Costa Rica en donde el porcentaje de *Salmonella* en carcasas tomadas antes y después del enfriamiento fue el mismo (Rivera et al. 2014).

No obstante, en otras investigaciones el

aislamiento de esta bacteria disminuye después de la inmersión de las carcasas en el tanque de enfriamiento. Así en Estados Unidos, se reportó una contaminación de 18.2% (n=330) antes y 2.4% (n=330) después del ingreso de las canales al tanque de enfriamiento (Berghaus et al. 2013). De igual manera, Cox et al. (2014) encontraron una contaminación por *Salmonella* del 52% (n=40) antes del enfriamiento y 5% (n=40) después del enfriamiento de las carcasas en agua de inmersión. Adicionalmente, algunos países de Latinoamérica han reportado menores porcentajes de contaminación con *Salmonella* en carcasas al final del proceso de faenamiento. Así, en Brasil *Salmonella* se aisló en el 2.2% (n=452) de carcasas colectadas después ser empaquetadas y en Venezuela el 23.8% (n=91) de canales antes de ser empacadas presentaron contaminación (Pérez et al. 2004, Brizio y Prentice 2015).

Son varios los factores que influyen en la contaminación de las canales; Rasschaert et al. (2007), mencionan que la presencia de este microorganismo en la línea de procesamiento de la planta de faenamiento puede influir en la contaminación cruzada de las carcasas. Además, la presencia y cantidad de contenido fecal en las cubetas de transporte, también son un factor de riesgo para la posterior

contaminación de las canales por *Salmonella* (Heyndrickx et al. 2002). Otro punto a considerarse es la utilización de cloro con el fin de reducir la cantidad de *Salmonella* presente en las carcasas. En general, los estudios muestran que el uso de cloro en el agua de inmersión puede disminuir los niveles del patógeno en las canales de pollo (Logue et al. 2003, Nagel et al. 2013). No obstante, la eficacia de los tratamientos a base de cloro puede reducirse debido a la gran cantidad de materia orgánica, pH alcalino o una insuficiente concentración de cloro en los tanques de enfriamiento (Lillard 1979, Loretz, et al. 2016).

El serovar Infantis fue el más frecuente y constante a lo largo de la línea de crianza (86.2%). La prevalencia de los serotipos de *Salmonella* en aves de corral puede variar según el país y condiciones climáticas (Wallis y Barrow 2005). Es así que en la UE *S. Infantis* (29.2%), *S. Enteritidis* (13.6%) y *S. Kentucky* (6.2%) fueron los serotipos más frecuentes encontrados en carcasas de pollo (EFSA 2010). De igual manera, a nivel de granja *S. Infantis* (22%) fue el serovar más común seguido por *S. Mbandaka* (14.6%), *S. Thompson* (10.6%) y *S. Enteritidis* (4.9%) (EFSA 2015). En otros lugares del mundo como Irán (1.1%; n=150) y Serbia (1.5%; n=550) todas las cepas de *Salmonella* aisladas de carcasas de pollo fueron identificadas como *S. Infantis* (Zare Bidaki et al. 2013, Rašeta et al. 2014).

En contraste, en Bangladesh, *S. Enteritidis* y *S. Typhimurium* fueron las serovariedades más prevalentes aisladas a partir de muestras de fluido intestinal e hisopados cloacales (Akond et al. 2012), mientras que en el Estado de Kuwait, *S. Enteritidis* fue el serotipo más común en muestras de granja y planta de faenamiento (Al-Zenki et al. 2007).

Los serotipos Liverpool, Amsterdam y Uganda fueron aislados con menor frecuencia de muestras de alimento y granja. Estos resultados son similares al de otras investigaciones en las cuales *S. Liverpool* (0.2%), *S. Amsterdam* (3.6%) y *S. Uganda* (7.3%) fueron las serovariedades menos comunes encontradas a nivel de granja (van Asselt, et al. 2009).

La distribución de serotipos de *Salmonella* cambió al final de la cadena productiva, siendo *S. Infantis* la serovariedad predominante. Ello probablemente se deba a que la supervivencia de *Salmonella* enterica puede variar según el serotipo (Andino et al. 2014). Igualmente, la exposición repetida de la bacteria a un determinado ambiente hostil puede dar como re-

sultado el surgimiento de cepas altamente resistentes a ese entorno (Humphrey 2004). Sin embargo, la realización de un muestreo a nivel nacional podría generar mayor información en cuanto a la diversidad y prevalencia de serovariedades de *Salmonella* presentes en carcasas de pollos de engorde.

La existencia de cepas de *Salmonella* resistentes a los antimicrobianos representa un grave problema de salud pública. Varios productos alimenticios pueden ser fuente de *Salmonella*, sin embargo, se considera que los casos de salmonelosis en humanos están estrechamente asociados al consumo de productos de origen aviar (FAO/WHO 2009, Antunes, et al. 2016).

En el presente estudio las cepas aisladas de *Salmonella* de varios procesos de la industria avícola presentaron patrones multiresistentes que tuvieron de 2 a 11 antibióticos. Las cepas de *Salmonella* aisladas a partir de piensos y sus materias primas mostraron resistencia a 3 antibióticos: nitrofurantoína (75%), ciprofloxacina (62.5%) y azitromicina (37.5%). Estos resultados difieren con los reportados en Estados Unidos (EU), donde la mayor parte de cepas de *Salmonella* aisladas en alimento aviar fueron resistentes a sulfisoxazol, gentamicina, estreptomina, tetraciclina y trimetopin-sulfametoxazol (Sanad et al. 2015). En Colombia un estudio reporta que las cepas de *Salmonella* aisladas de muestras de alimento presentaron mayor resistencia a amikacina, cefalotina, cefoxitina, cefuroxima y gentamicina (Rodríguez et al. 2015).

Se debe considerar que la sola presencia de cepas de *Salmonella* resistentes a antibióticos en esta fase de la industria avícola puede tener un gran impacto en la contaminación y propagación de esta bacteria en las aves durante la cadena productiva con la subsecuente transmisión a alimentos de consumo humano.

Durante la crianza en granja de los pollos de engorde las cepas positivas a *Salmonella* mostraron patrones de resistencia con un mayor número de antibióticos que los encontrados en el alimento. En este grupo los antibióticos con mayores reportes de cepas resistentes fueron: penicilina (91.7%), ampicilina (91.7%), cefalotina (91.7%), cefotaxima (91.7%), nitrofurantoína (91.7%), tetraciclina (83.3%) y cloranfenicol (75%). Estos datos son parcialmente similares a los reportados en países como Estados Unidos, Corea y Colombia, en donde estudios reali-

zados con muestras ambientales de granjas avícolas demuestran que gran parte de las cepas de *Salmonella* mostraron mayor resistencia a ampicilina, tetraciclina, ácido nalidíxico, ceftiofur, cefalotina, cloranfenicol, nitrofurantoína, trimetopin-sulfametoxazol (Alali et al. 2010, Im et al. 2015, Rodriguez et al. 2015). Según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria la adquisición de genes de resistencia de *Salmonella* probablemente haya ocurrido por conjugación con otras enterobacterias mediante la transferencia de plásmidos (EFSA 2014). La resistencia de cepas de *Salmonella* a β -lactámicos de amplio espectro ha sido ampliamente estudiada. En la actualidad se conoce que las betalactamasas involucradas están codificadas por varios grupos de genes, entre los cuales se puede mencionar a AmpC, bla_{CMY}, bla_{TEM} y bla_{CTX-M} entre los más prevalentes (Choi et al. 2015, Fitch et al. 2015, Katoh et al. 2015).

La aparición de bacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido en aves de corral ecuatoriana es de particular interés para la salud pública ya que estos antibióticos figuran en la lista de medicamentos esenciales para la OMS (WHO 2013) limitando las opciones para el tratamiento de la salmonelosis humana.

Las cepas de *Salmonella* provenientes de muestras de piel de pollo de engorde destinado a consumo humano presentaron los fenotipos con mayor resistencia a los antibióticos. Estas cepas tuvieron resistencia a todos los antibióticos utilizados, excepto a estreptomycin. Los antibióticos con mayor frecuencia de resistencia fueron tetraciclina, nitrofurantoína, trimetopin-sulfametoxazol, cloranfenicol, cefotaxima, cefalotina, ampicilina y penicilina. Múltiples investigaciones realizadas en otros países como en la UE y EU se reportan que las cepas de *Salmonella* aisladas a partir de carne de pollo presentan mayores índices de resistencia a tetraciclina, ampicilina, estreptomycin, ciprofloxacina, ácido nalidíxico, sulfonamidas, ceftiofur (FDA 2013, EFSA 2015). Países latinoamericanos como México, Colombia y Brasil reportan que las cepas de *Salmonella* aisladas de carne de pollo muestran resistencias más altas a ampicilina, tetraciclina, cloranfenicol, trimetoprim-sulfametoxazol, enrofloxacin, ceftiofur, entre otros (Miranda et al. 2009, Donado-Godoy et al. 2015, Mattiello et al. 2015). La resistencia elevada a tetraciclina en este estudio puede atribuirse al uso frecuente de estos antimicrobianos en la producción animal y se ha reportado con frecuencia en varios países (Parveen et al. 2007, Maka, Maćkiw, Ścieżyńska, Pawłowska y Popowska 2014, Choi et al. 2015, Quesada, et al. 2016).

Los altos niveles de resistencia de *Salmonella* en carne de pollo mostrados en este estudio pueden representar un riesgo significativo para la salud pública en el Ecuador. Esto se ha reportado en varios estudios que demuestran la importancia de *Salmonella* de origen aviar en la epidemiología clínica de la salmonelosis humana (Medeiros et al. 2011, Katoh et al. 2015, Quesada et al. 2016, Voss-Rech et al. 2016).

Treinta y nueve muestras procedentes de la etapa de crianza y de faenamiento comparten cuatro patrones de resistencia antimicrobiana. La contaminación de *Salmonella* procedente de contenido gastrointestinal puede ocurrir durante las operaciones de sacrificio, ocasionando la contaminación de las carcasas, lo que podría justificar los patrones de resistencia en las muestras. Estudios similares han reportado un aumento en la contaminación de las carcasas después de la evisceración (Von Rückert, et al. 2009, Wang et al. 2013, Giombelli et al. 2015).

Por otro lado, las cepas de *S. Infantis* aisladas en muestras de alimento no presentaron los mismos perfiles de resistencia que aquellas aisladas en muestras de crianza y faenamiento. Esto podría indicar que ciertas cepas de *Salmonella* están vinculadas a procesos específicos en la producción de pollos parrilleros. La realización de estudios complementarios permitiría determinar la relación genética entre estos aislados con mayor precisión.

Los resultados obtenidos en esta investigación proporcionan datos importantes acerca de la presencia, serotipos y resistencia a los antibióticos de cepas de *Salmonella* en una empresa avícola integrada del Ecuador, poniendo en relieve la necesidad de mejorar las medidas de bioseguridad y establecer programas de control de *Salmonella* que aseguren y verifiquen la calidad de la carne de pollo. De igual manera, es necesaria la implementación de medidas por parte de organismos oficiales que controlen el uso de antibacterianos en animales de abasto para prevenir el surgimiento de bacterias resistentes a los mismos. También se deberían realizar estudios que abarquen más integraciones avícolas, y la carne de pollo al menudeo para tener una idea más clara del riesgo de contaminación alimentaria en Ecuador.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Empresa Avícola que abrió sus puertas y apoyó a la realización de esta investigación. También agradecemos al personal técnico del laboratorio de Bacteriología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Central del Ecuador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adesiyun A, Webb L, Musai L, Louison B, Joseph G, Stewart-Johnson A, Samlal S, Rodrigo S. 2014. Survey of *Salmonella* Contamination in Chicken Layer Farms in Three Caribbean Countries. *Journal of Food Protection* 77(9): 1471–1480.
- Akond M, Shirin M, Alam S, Hassan S, Rahman M, Hoq M. 2012. Frequency of drug resistant *Salmonella* spp. isolated from poultry samples in Bangladesh. *Stamford Journal of Microbiology* 2(1): 15–19.
- Al-Zenki S, Al-Nasser A, Al-Safar A, Alomirah H, Al-Haddad A, Hendriksen R, Aarestrup F. 2007. Prevalence and antibiotic resistance of *Salmonella* isolated from a poultry farm and processing plant environment in the State of Kuwait. *Foodborne Pathogens and Disease* 4(3): 367–73.
- Alali W, Gaydashov R, Petrova E, Panin A, Tugarinov O, Kulikovskii A, Mamleeva D, Walls I, Doyle M. 2010. Prevalence and Distribution of *Salmonella* in Organic and Conventional Broiler Poultry Farms. *Foodborne Pathogens and Disease* 7(11): 1363–1371.
- Andino A, Pendleton S, Zhang N, Chen W, Critzer F, Hanning I. 2014. Survival of *Salmonella enterica* in poultry feed is strain dependent. *Poultry Science* 93(2): 441–7.
- Antunes P, Mourão J, Campos J, Peixe L. 2016. Salmonellosis: the role of poultry meat. *Clinical Microbiology and Infection* 22(2): 110–121.
- Berghaus RD, Thayer SG, Law BF, Mild RM, Hofacre CL, Singer RS. 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.
- Brizio AP y Prentice C. 2015. Chilled broiler carcasses: a study on the prevalence of *Salmonella*, *Listeria* and *Campylobacter*. *International Food Research Journal* 22(1): 55–58.
- Choi D, Chon JW, Kim HS, Kim DH, Lim JS, Yim JH, Seo KH. 2015. Incidence, Antimicrobial Resistance, and Molecular Characteristics of Nontyphoidal *Salmonella* Including Extended-Spectrum β -Lactamase Producers in Retail Chicken Meat. *Journal of Food Protection* 78(11): 1932–7.
- Clep R. . 2010. Prevalence of mobile serovars of *Salmonella* spp. isolated from breeding hens, laying hens and broiler chickens in 2010. *Scientific Works. C Series. Veterinary Medicine* 58(4): 70–79.
- CLSI. 2015. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. *Clinical and Laboratory Standards Institute*, 950. 35(3): 44-50.
- CONAVE. 2013. Estadísticas avícolas. Página de Internet: http://www.conave.org/upload/informacion/Estadisticas_avicolas.pdf. Consultada: 18-diciembre-2015.
- Cox NA, Buhr RJ, Smith DP, Cason JA, Rigsby LL, Bourassa DV, Fedorka-Cray P, Cosby D. 2014. Sampling naturally contaminated broiler carcasses for *Salmonella* by three different methods. *Journal of Food Protection* 77(3): 493–495.
- Cui M, Xie M, Qu Z, Zhao S, Wang J, Wang Y, He T, Wang H, Zuo Z, Wu C. 2016. Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* isolated from an integrated broiler chicken supply chain in Qingdao, China. *Food Control* 62: 270–276.
- Da Silva N, Hirotomi M, Junqueira V, Silveira N, Da Silva M y Gomes R. 2013. Microbiological Examination Methods of Food and

- Water: A Laboratory Manual. CRC Press/Balkema. London, UK. 484 pp.
- Donado-Godoy P, Clavijo V, León M, Tafur MA, Gonzales S, Hume M, Alali W, Walls I, Lo Fo W, Danilo MA, Doyle MP. 2012. Prevalence of *Salmonella* on Retail Broiler Chicken Meat Carcasses in Colombia. *Journal of Food Protection* 75(6): 1134–1138.
- Donado-Godoy P, Byrne B, León M, Castellanos R, Vanegas C, Coral A, Arevalo A, Clavijo V, Vargas M, Romero J, Tafur M, Pérez E, Smith W. 2015. Prevalence, resistance patterns, and risk factors for antimicrobial resistance in bacteria from retail chicken meat in Colombia. *Journal of Food Protection* 78(4): 751–9.
- EFSA. 2008. Microbiological Risk Assessment in Feedingstuffs for Food-Producing Animals. *EFSA Journal* 720: 1–84.
- EFSA. 2010. Analysis of the Baseline Survey on the Prevalence of *Campylobacter* in Broiler Batches and of *Campylobacter* and *Salmonella* on Broiler Carcasses in the EU, 2008, Part A: *Campylobacter* and *Salmonella* Prevalence Estimates. *EFSA Journal* 8(03).
- EFSA. 2015. Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-Borne. *EFSA Journal* 13(1): 1–162.
- EFSA, ECDC. 2013. The European Union Summary Report on Antimicrobial Resistance in Zoonotic and Indicator Bacteria from Humans, Animals and Food in 2011. *EFSA Journal* 11(5).
- EFSA y ECDC. 2015a. EU Summary Report on Antimicrobial Resistance in Zoonotic and Indicator Bacteria from Humans, Animals and Food in 2013. *European Food Safety Authority Journal* 13(2).
- EFSA y ECDC. 2015b. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-Borne Outbreaks in 2013. *European Food Safety Authority Journal* 13(1).
- Eurosurveillance editorial team. 2014. The European Union Summary Report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food 2012 published. *Euro Surveillance : Bulletin Européen Sur Les Maladies Transmissibles=European Communicable Disease Bulletin* 19(12): 20748.
- FAO/WHO. 2009. *Salmonella* and *Campylobacter* in chicken meat, meeting report. *Microbiological Risk Assessment Series* 19. Italy. 56 pp.
- Fitch FM, Carmo-Rodrigues M, Oliveira VG, Gaspari MV, Dos Santos A, de Freitas JB y Pignatari AC. 2015. β -Lactam Resistance Genes: Characterization, Epidemiology, and First Detection of blaCTX-M-1 and blaCTX-M-14 in *Salmonella* spp. Isolated from Poultry in Brazil-Brazil Ministry of Agriculture's Pathogen Reduction Program. *Microbial Drug Resistance* 22(2): 164–71.
- FDA. 2013. National Antimicrobial Resistance Monitoring System - Enteric Bacteria (NARMS): 2012 Executive Report. Rockville, MD: U.S. Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration.
- Giombelli A y Abreu M. 2014. Prevalence of *Salmonella* and *Campylobacter* on Broiler Chickens from Farm to Slaughter and Efficiency of Methods To Remove Visible Fecal Contamination. *Journal of Food Protection* 77(11): 1851–1859.
- Giombelli A, Hammerschmitt D, Cerutti MF, Chiarini E, Landgraf M, Franco BD y Destro M. 2015. High pressure spray with water shows similar efficiency to trimming in controlling microorganisms on poultry carcasses. *Poultry Science* 94(10): 2589–95.
- Guastalli B, Batista D, Souza A, Guastalli E, Lopes P, Almeida A, Prette N, Barbosa F, Stipp D, Freitas O. 2016. Evaluation of Disinfectants Used in Pre-Chilling water Tanks of Poultry Processing Plants. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 18(2): 217–224.
- Gyles CL. 2008. Antimicrobial resistance in selected bacteria from poultry. *Animal Health Research Reviews* 9(2): 149–158.

- Herren RV. 2012. The Poultry Industry. In: The Science of Animal Agriculture: 76-95. New York.
- Heyndrickx M, Vandekerchove D, Herman L, Rollier I, Grijspeerdt K, De Zutter, L. 2002. Routes for *Salmonella* contamination of poultry meat: epidemiological study from hatchery to slaughterhouse. *Epidemiology and Infection* 129(2): 253–265.
- Humphrey T. 2004. Science and society: *Salmonella*, stress responses and food safety. *Nature Reviews Microbiology* 2(6): 504–509.
- Im MC, Jeong SJ, Kwon YK, Jeong OM, Kang MS, Lee YJ. 2015. Prevalence and characteristics of *Salmonella* spp. isolated from commercial layer farms in Korea. *Poultry Science* 94(7): 1691–8.
- Katoh R, Matsushita S, Shimojima Y, Ishitsuka R, Sadamasu K, Kai A. 2015. Serovars and Drug-Resistance of *Salmonella* Strains Isolated from Domestic Chicken Meat in Tokyo (1992-2012). *The Journal of the Japanese Association for Infectious Diseases* 89(1): 46–52.
- Kutay HC, Dümen E, Keser O, Bilgin AŞ, Ergin S y Kocabağlı N. 2016. Prevalence and Antimicrobial Susceptibility of *Salmonella* in Rendered Animal Products Used in Poultry Feed in Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 22(6): 909–916.
- Lamas A, Fernandez-No I, Miranda JM, Vázquez B, Cepeda A, Franco CM. 2016. Prevalence, molecular characterization and antimicrobial resistance of *Salmonella* serovars isolated from northwestern Spanish broiler flocks (2011–2015). *Poultry Science* 95(9): 2097-2105.
- Lee SK., Choi D, Kim HS, Kim DH, Seo KH. 2016. Prevalence, Seasonal Occurrence, and Antimicrobial Resistance of *Salmonella* spp. Isolates Recovered from Chicken Carcasses Sampled at Major Poultry Processing Plants of South Korea. *Foodborne Pathogens and Disease* 13(10): 544–550.
- Lillard HS. 1979. Levels of chlorine and chlorine dioxide of equivalent bactericidal effect in poultry processing water. *Journal of Food Science* 44(6): 1594–1597.
- Logue CM, Sherwood JS, Olah PA, Elijah LM, Dockter MR. 2003. The incidence of antimicrobial-resistant *Salmonella* spp. on freshly processed poultry from US Mid-western processing plants. *Journal of Applied Microbiology* 94(1): 16–24.
- Loretz M, Stephan R, Zweifel C. 2010. Antimicrobial activity of decontamination treatments for poultry carcasses: A literature survey. *Food Control* 21(6): 791–804.
- Mainali C, McFall M, King R, Irwin R. 2014. Evaluation of Antimicrobial Resistance Profiles of *Salmonella* Isolates from Broiler Chickens at Slaughter in Alberta, Canada. *Journal of Food Protection* 77(3): 485–492.
- Maka L, Maćkiw E, Ścieżyńska H, Pawłowska K, Popowska M. 2014. Antimicrobial susceptibility of *Salmonella* strains isolated from retail meat products in Poland between 2008 and 2012. *Food Control* 36(1).
- Marin C, Balasch S, Vega S, Lainez M. 2011. Sources of *Salmonella* contamination during broiler production in Eastern Spain. *Preventive Veterinary Medicine* 98(1): 39–45.
- Mattiello SP, Drescher G, Barth VC, Ferreira CA, Oliveira SD. 2015. Characterization of antimicrobial resistance in *Salmonella* enterica strains isolated from Brazilian poultry production. *Antonie van Leeuwenhoek* 108(5): 1227–1238.
- Mdemua S, Maina J, Ephraim Z. 2016. Isolation of *Salmonella* in Commercial Chicken Feeds in Ilala District. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences* 19(1): 1–8.
- Medeiros M A, Oliveira D C, Rodrigues D, Freitas D R. 2011. Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* in chicken carcasses at retail in 15 Brazilian cities. *Pan American Journal of Public Health* 30(6): 555–60.
- Miranda J M, Mondragón A C, Martínez B, Guarddon M, Rodríguez J A. 2009. Prevalen-

- ce and antimicrobial resistance patterns of *Salmonella* from different raw foods in Mexico. *Journal of Food Protection* 72(5): 966–971.
- Molina A, Granados-Chinchilla F, Jiménez M, Acuña-Calvo M, Alfaro M, Chavarría G. 2016. Vigilance for *Salmonella* in Feeds-tuffs Available in Costa Rica: Prevalence, Serotyping and Tetracycline Resistance of Isolates Obtained from 2009 to 2014. *Foodborne Pathogens and Disease* 13(3): 119–127.
- Moraes D, Andrade M, Duarte S, Bastos T, Arnhold E, Jayme V, Nunes I. 2016. Phenotypic and molecular detection of *Salmonella* sp. on growing, rearing and production phases in a commercial group of laying hens. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 36(6): 503–508.
- Nagel GM, Bauermeister LJ, Bratcher CL, Singh M, McKee SR. 2013. *Salmonella* and *Campylobacter* reduction and quality characteristics of poultry carcasses treated with various antimicrobials in a post-chill immersion tank. *International Journal of Food Microbiology* 165(3): 281–286.
- OIE. 2012. OIE Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. 7th edition. Francia.
- OMS. 2014. Antimicrobial Resistance: Global Report on Surveillance. Página de Internet: <http://www.who.int/drugresistance/documents/surveillancereport/en/>. Consultada: 20-diciembre-2015
- Parveen S, Taabodi M, Schwarz J G, Oscar T P, Harter-Dennis J, White D G. 2007. Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* recovered from processed poultry. *Journal of Food Protection* 70(11): 2466–2472.
- Pellegrini D, Paim D, Lima G, Pissetti C, Kich J, Cardoso M. 2015. Distribution of *Salmonella* clonal groups in four Brazilian feed mills. *Food Control* 47: 672–678.
- Pérez C, Rivera S, Pirela de Vera A, Rincón H, Mavárez Y, Román R. 2004. Aislamiento de *Salmonella* en canales de aves y evaluación de la efectividad de diferentes medios de enriquecimiento y selectivos. *Revista Científica* 14(2): 177–185.
- Quesada A, Reginatto GA, Español AR, Colantonio LD, Burrone MS. 2016. Resistencia antimicrobiana de *Salmonella* spp aislada de alimentos de origen animal para consumo humano. *Revista Peruana de Medicina Experimental Y Salud Publica* 33(1): 32–44.
- Rahmani M, Peighambari SM, Svendsen CA, Cavaco LM, Agersø Y, Hendriksen R S. 2013. Molecular clonality and antimicrobial resistance in *Salmonella enterica* serovars Enteritidis and Infantis from broilers in three Northern regions of Iran. *BMC Veterinary Research* 9(1): 66.
- Rašeta M, Teodorović V, Bunčić O, Katić V, Branković Lazić I, Polaček V, Vidanović D. 2014. Antibiotic Resistance and Molecular Studies on *Salmonella Enterica* Subspecies Enterica Serovar Infantis Isolated in Human Cases and Broiler Carcasses. *Acta Veterinaria-Beograd* 64(2) 257–268.
- Rasschaert G, Houf K, De Zutter L. 2007. Impact of the Slaughter Line Contamination on the Presence of *Salmonella* on Broiler Carcasses. *Journal of Applied Microbiology* 103(2): 333–41.
- Rivera W, Barquero E, Zamora R. 2014. *Salmonella* Contamination Risk Points in Broiler Carcasses during Slaughter Line Processing. *Journal of Food Protection* 77(12): 2031–34.
- Rodriguez R, Fandiño C, Donado P, Guzmán L, Verjan N. 2015. Characterization of *Salmonella* from Commercial Egg-Laying Hen Farms in a Central Region of Colombia. *Avian Diseases* 59(1): 57–63.
- Sanad YM, Johnson K, Park SH, Han J, Deck J, Foley SL, Kenney B, Ricke S, Nayak R. 2015. Molecular Characterization of *Salmonella enterica* serovars isolated from a turkey production facility in the absence of selective antimicrobial pressure. *Foodborne Pathogens and Disease* 13(2):80–7.

- Sodagari HR, Mashak Z, Ghadimianazar A. 2015. Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* serotypes isolated from retail chicken meat and giblets in Iran. *The Journal of Infection in Developing Countries* 9(5): 463–469.
- Su LH., Chiu CH, Chu C, Ou JT. 2004. Antimicrobial Resistance in Nontyphoid *Salmonella* Serotypes: A Global Challenge. *Clinical Infectious Diseases* 39(4): 546–551.
- Tîrziu E, Lazăr R, Sala C, Nichita I, Morar A, Şereş M, Imre K. 2015. *Salmonella* in Raw Chicken Meat from the Romanian Seaside: Frequency of Isolation and Antibiotic Resistance. *Journal of Food Protection* 78(5): 1003–1006.
- Torres GJ, Piquer FJ, Algarra L, de Frutos C, Sobrino OJ. 2011. The prevalence of *Salmonella enterica* in Spanish feed mills and potential feed-related risk factors for contamination. *Preventive Veterinary Medicine* 98: 81–87.
- van Asselt ED, Thissen JT, van der Fels-Klerx HJ. 2009. *Salmonella* serotype distribution in the Dutch broiler supply chain. *Poultry Science* 88(12): 2695–2701.
- Vinueza C, Cevallos M, Ron L, Bertrand S, De Zutter L. 2016. Prevalence and Diversity of *Salmonella* Serotypes in Ecuadorian Broilers at Slaughter Age. *PLoS ONE* 11(7): e0159567.
- Von Rückert D, Pinto P, Santos BM, Moreira M, Rodrigues AC. 2009. Pontos críticos de controle de *Salmonella* spp. no abate de frangos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária E Zootecnia* 61(2): 326–330.
- Voss-Rech D, Vaz CS, Alves L, Coldebella A, Leão JA, Rodrigues DP, Back A. 2015. A temporal study of *Salmonella enterica* serotypes from broiler farms in Brazil. *Poultry Science* 94(3): 433–441.
- Voss-Rech D, Potter L, Vaz CS, Pereira D, Sangioni L, Vargas Á, Botton S. 2016. Antimicrobial Resistance in Nontyphoidal *Salmonella* Isolated from Human and Poultry-Related Samples in Brazil: 20-Year Meta-Analysis. *Foodborne Pathogens and Disease* 20.
- Wallis TS, Barrow PA. 2005. *Salmonella* Epidemiology and Pathogenesis in Food-Producing Animals. *EcoSal Plus* 1(2): 1–31.
- Wang H, Ye K, Wei X, Cao J, Xu X, Zhou G. 2013. Occurrence, antimicrobial resistance and biofilm formation of *Salmonella* isolates from a chicken slaughter plant in China. *Food Control* 33(2): 378–384.
- Wierup M. 2013. *Salmonella* in Feed. En: *Salmonella in Domestic Animals*, eds. Barrow P A y Methner U. London: © CAB International, 377–398.
- World Health Organization. 2013. WHO Model List of Essential Medicines - 18th List (April 2013). Página de Internet: <http://www.who.int/medicines/publications/essentialmedicines/en/>. Consultada: 21-febrero-2016.
- World Health Organization. 2015. WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015. Página de Internet: http://www.who.int/foodsafety/publications/foodborne_disease/fergreport/en/. Consultada: 20-enero-2017.
- Yang S, Wu Z, Lin W, Xu L, Cheng L, Zhou L. 2016. Investigations into *Salmonella* contamination in feed production chain in Karst rural areas of China. *Environmental Science and Pollution Research* 24(2): 1372-1379.
- Zare Bidaki M, Tehrani Pour A, Dadpour S, Gholizadeh, H. 2013. Prevalence of *Salmonella* in poultry carcasses serotypes in Birjand industrial slaughterhouses. *Journal of Birjand University of Medical Sciences* 20(2): 191–197.