

Epidemiología de *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* y *Campylobacter* spp., en la cadena productiva avícola

María Elena Realpe-Delgado¹, Ángela Bibiana Muñoz-Delgado¹, Pilar Donado-Godoy²,
Laura María Rey-Ramírez¹, Paula Lucía Díaz-Guevara¹, Stefany Alejandra Arévalo- Mayorga³

RESUMEN

Salmonella spp., *Campylobacter* spp. y *Listeria monocytogenes* son patógenos zoonóticos causantes de enfermedades transmitidas por alimentos asociadas al consumo de productos de origen animal contaminados. En este estudio se determinaron la prevalencia y los factores de riesgo asociados a la presencia de estos microorganismos en todos los eslabones de producción de pollos de engorde en dos empresas integradoras avícolas colombianas (EI-I y EI-II). En la EI-I, se aislaron *Campylobacter* spp., y *Salmonella* spp., del 10 % y el 4,4 % de las muestras, y el serotipo predominante de esta última fue *S. Heidelberg*. Se encontró *Salmonella* spp., en 6 % de las muestras de manos y materia fecal de los trabajadores, y *S. Saphra* fue el serotipo más común.

En la EI-II, la prevalencia de *Campylobacter* spp. y *Salmonella* spp., en muestras de animales fue del 7 % y el 17 %, respectivamente. No se detectó *L. monocytogenes*. Este trabajo estableció la prevalencia de los patógenos zoonóticos a lo largo de la cadena productiva, evidenció la presencia de trabajadores/manipuladores portadores de los patógenos y determinó, que “la falta de reconocimiento médico de los empleados en el último año” constituye un posible factor de riesgo para la portación de *Salmonella* spp.

PALABRAS CLAVE

Aves de corral; Campylobacter spp.; *Listeria monocytogenes*; Trabajadores; *Salmonella* spp.

¹ Profesional, Grupo de Microbiología, Instituto Nacional de Salud, Bogotá, Colombia.

² MV, Msc, PhD. Líder, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (COIPARS), Mosquera, Colombia.

³ Investigador, Magíster. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (COIPARS), Mosquera, Colombia. Profesional, Grupo de Microbiología, Instituto Nacional de Salud, Bogotá, Colombia.

Correspondencia: Stefany Alejandra Arévalo Mayorga; aleja.arevalom@gmail.com

Recibido: mayo 04 de 2015

Aceptado: febrero 25 de 2016

Cómo citar: Realpe-Delgado ME, Muñoz-Delgado AB, Donado-Godoy P, Rey-Ramírez LM, Díaz-Guevara PL, Arévalo- Mayorga SA. Epidemiología de *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* y *Campylobacter* spp., en la cadena productiva avícola. *Iatreia*. 2016 Oct-Dic;29(4):397-406. DOI 10.17533/udea.iatreia.v29n4a01.

SUMMARY

Epidemiology of *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* and *Campylobacter* spp., in the poultry chain production system

Salmonella spp., *Campylobacter* spp., and *L. monocytogenes* are zoonotic foodborne pathogens, associated with the consumption of contaminated foods of animal origin. In this study we determined the prevalence and risk factors associated with the presence of these microorganisms at all stages of the production system, in two Colombian poultry companies (EI-EI-I and II). In EI-I, *Campylobacter* spp., and *Salmonella* spp., were isolated from 10 % and 4.4 % of the specimens, and *S. Heidelberg* was the predominant serotype. *Salmonella* spp., was found in 6 % of hands and stool samples of workers. *S. Saphra* was the most prevalent serotype. In EI-II, the prevalence of *Campylobacter* spp., and *Salmonella* spp., from animal specimens was 7 % and 17 %, respectively. *L. monocytogenes* was not detected. This study established the prevalence of these zoonotic pathogens through the production chain and showed the presence of pathogen carriers among workers/food handlers. "Lack of medical examination of employees in the previous year" was found to be a possible risk factor for carriage of *Salmonella* spp.

KEY WORDS

Campylobacter spp.; *Listeria monocytogenes*; Poultry; Handlers; *Salmonella* spp.

RESUMO

Epidemiologia de *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* y *Campylobacter* spp., na cadeia produtiva avícola

Salmonella spp., *Campylobacter* spp. y *L. monocytogenes* são patógenos zoonóticos causantes de doenças transmitidas por alimentos associadas ao consumo de produtos de origem animal contaminados. Neste estudo se determinou a prevalência e os fatores de risco associados à presença destes microrganismos em todos os elos de produção do frango de engorda em duas empresas integradoras avícolas colombianas (EI-I y EI-II). Na EI-I, *Campylobacter* spp. e *Salmonella* spp. foram isolados de 10% e 4,4% das amostras, sendo

S. Heidelberg ou serótipo predominante. Se encontrou *Salmonella* spp. em 6% das amostras de mãos e matéria fecal dos trabalhadores, sendo *S. Saphra* o serótipo mais comum. Na EI-II, a prevalência de *Campylobacter*spp. e *Salmonella* spp. em amostras animais foi de 7% e 17% respectivamente. *L. monocytogenes* não foi detectada. Este estudo estabeleceu a prevalência dos patógenos zoonóticos através da cadeia produtiva, evidenciou a presença de portadores dos patógenos entre os trabalhadores/manipuladores e determinou, "a falta de reconhecimento médico dos empregados no último ano" constitui um possível fator de risco para a porte de *Salmonella* spp.

PALAVRAS CHAVE

Cadeia Avícola; *Campylobacter* spp.; *Listeria Monocytogenes*; Manipuladores de Alimentos; *Salmonella* spp.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) constituyen un problema sanitario creciente que perjudica al comercio, al turismo y al sector agroindustrial (1). Mundialmente, se ha atribuido el aumento de estas enfermedades a la creciente demanda de alimentos ocasionada por la explosión demográfica, a la relación inversa entre el cambio climático y la producción primaria, al efecto de la globalización en el comercio de los alimentos, al incremento del consumo de productos industrializados y a la preferencia por alimentos listos para el consumo (2).

Debido a su naturaleza ubicua, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., y *Campylobacter* spp., se encuentran entre los agentes causales de ETA más ampliamente distribuidos en el mundo; sus principales reservorios son los bovinos, los porcinos y las aves, lo que favorece la contaminación de los alimentos de origen animal (3), en algunas circunstancias de producción, transporte, almacenamiento o manipulación (4,5).

Según cálculos recientes, hay 9,4 millones de casos anuales de ETA en los Estados Unidos, de los que resultan 1351 muertes al año (6). En el año 2012 se notificaron en Colombia al Sistema Nacional de Vigilancia un total de 11 836 casos involucrados en 1004 brotes (7).

En el contexto nacional, se encuentran otras variables que contribuyen al aumento de la prevalencia de las ETA, tales como la ausencia de programas nacionales integrados de protección de los alimentos, la falta de aplicación del principio de una sola salud a los procesos de producción, especialmente de alimentos de origen animal, y los esfuerzos aislados de instituciones o grupos de investigación que estudian por separado los procesos productivos o a los humanos como pacientes (casos clínicos), pero no como posibles portadores de microorganismos propios de la producción por su rol como manipuladores de alimentos. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar la prevalencia y los factores de riesgo asociados a la presentación de *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., y *Campylobacter* spp., en todos los eslabones del sistema de producción de pollos de engorde incluyendo a los trabajadores de las granjas y a los manipuladores en las plantas de beneficio, en dos empresas integradoras avícolas colombianas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio y toma de las muestras

Se llevó a cabo un estudio descriptivo de corte transversal en dos empresas integradoras avícolas (EI-I y EI-II) colombianas, seleccionadas por conveniencia previo acuerdo manifiesto (documento de participación voluntaria firmado por el representante legal de cada compañía).

El muestreo se hizo de acuerdo con criterios de inclusión predefinidos (**Animales:** pertenencia al lote en seguimiento, edad de las aves, número del galpón y del viaje. **Humanos:** empleados vinculados directamente al proceso de producción del lote en seguimiento), procurando la representatividad de las muestras.

Para el cálculo del tamaño muestral, se emplearon datos suministrados por cada una de las empresas (volumen de producción por lote y por granja, número de empleados por eslabón y capacidad instalada de la planta de beneficio). Además, se utilizaron los datos de frecuencia de presentación de los patógenos obtenidos por COIPARS-Corpoica en investigaciones previas (8,9).

El muestreo en los manipuladores se efectuó por conveniencia incluyendo al 100 % de los trabajadores que se encontraban procesando el lote en seguimiento

cuando se hizo la visita; dado que la toma de muestras se hizo de acuerdo con el cronograma de las empresas, el muestreo para los empleados no fue probabilístico, sino que se incluyó a la totalidad del personal que interactuaba con el lote en seguimiento. En cada uno de los eslabones de producción se recolectaron las muestras de origen animal pertenecientes al lote seleccionado.

Toma de muestras en trabajadores

Previo a la toma de las muestras, se le explicaron al personal el objeto del estudio y el procedimiento de muestreo; posteriormente y de manera individual cada trabajador leyó, afirmó entender y firmó un consentimiento informado (documento aprobado por el Comité de Ética en Investigación –CEIN- del Instituto Nacional de Salud).

En la EI-I participaron 289 trabajadores en los que se tomaron 289 frotis de manos (FM) y 245 muestras de materia fecal (MF); en la EI-II se contó con la participación de 241 trabajadores, de los que se recolectaron 241 muestras de FM y 195 de MF.

El frotis de manos se obtuvo empleando la metodología de barrido con escobillón estéril posterior al lavado de manos (7). Para la recolección de las muestras de materia fecal, se proporcionó a cada trabajador un frasco apropiado y se le explicó el procedimiento para la toma de la misma. Al día siguiente se recogieron los recipientes en la empresa y se transportaron refrigerados al laboratorio de Microbiología del INS para su procesamiento.

Toma de muestras de origen animal

En este trabajo se le hizo seguimiento solo a un lote de pollos de engorde a lo largo de todos los eslabones del proceso de producción, acorde con las particularidades de cada empresa, el lugar en el cual se dispuso de las aves pertenecientes al lote en seguimiento, el total de galpones empleados para la cría/levante y el número de viajes en que se distribuyó el lote para el sacrificio. La selección del lote de pollos de engorde se hizo por conveniencia de acuerdo con la fecha en la que cada EI iniciaba el ciclo de producción, teniendo en cuenta la vigencia de los recursos disponibles para el desarrollo del estudio. El número de muestras

en las granjas e incubadoras respondió a los esquemas de muestreo propios de cada EI por lo que no se hicieron cálculos para el tamaño muestral; en lugar de ello se adoptó el modelo diseñado por los líderes técnicos y jefes de proceso siguiendo la naturaleza de las muestras descrita en el Manual de la Organización Mundial para la Salud Animal (OIE) sobre animales terrestres (10). Se tomaron 10 hisopos cloacales en *pool* (20 aves por hisopo), hisopos de arrastre (un par), materia fecal del piso, agua del bebedero, concentrado en el comedero y concentrado del mismo lote previo a la disposición en el comedero. Para las incubadoras, el muestreo tuvo en cuenta las máquinas en que se encontraban huevos provenientes del lote en seguimiento, por cada máquina se tomó una muestra de *pool* de órganos en los pollitos de un día (10 pollitos) siguiendo lo establecido por el Laboratorio Nacional de Diagnóstico Veterinario (LNDV): Laboratorio de Aves del Instituto Colombiano Agropecuario, 10 huevos quedados en bandeja (huevo picado, pero no nacido) y 10 cáscaras de huevo posterior al nacimiento; muestras en *pool* de meconio y plumón provenientes de las máquinas necedoras. El muestreo en la planta de beneficio y el punto de venta se hizo de acuerdo con un estudio previo adelantado por Donado-Godoy y colaboradores, entre 2008 y 2010 (8), en el cual se calculó el tamaño de la muestra por lote, con un error absoluto del 5 %, un nivel de confianza del 95 % y una prevalencia esperada del 27 %. Se recolectó una carcasa de pollo *post-chiller* por cada viaje del lote en seguimiento y dos pares de ciegos pertenecientes a cada viaje del mismo lote en el área de eviscerado. Para los puntos de venta, se recolectaron muestras en *pool* (5 unidades) una por cada viaje muestreado durante el sacrificio en la planta de beneficio.

En la EI-I se recolectaron 250 muestras del proceso de producción: 67 en la granja de abuelas, 42 en la incubación de reproductoras, 66 en la granja de reproductoras, 18 en la incubación de pollos de engorde, 18 en la granja de pollos de engorde, 34 en la planta de beneficio y 5 muestras de pollo (cada muestra con 5 unidades) en el punto de venta.

Para la EI-II las muestras de origen animal fueron 174: 43 en la granja de reproductoras, 13 en la incubadora de pollos de engorde, 28 en la granja de pollos de engorde, 61 en la planta de beneficio, 26 en la despresadora y 3 en el punto de venta (5 unidades en *pool*).

Una vez recolectadas, se transportaron las muestras al laboratorio correspondiente (al INS las muestras humanas y a Corpoica las muestras de animales) en condiciones de refrigeración.

Análisis microbiológicos

Para la detección de *L. monocytogenes* se siguieron las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud en el programa de vigilancia de las ETA (11). El aislamiento de *Campylobacter* spp., se hizo empleando el protocolo ISO modificado USDA estandarizado por COIPARS-Corpoica. Para la detección de *Salmonella* en muestras de animales se empleó la Guía de control de *Salmonella* en aves de corral de USDA/FSIS (12). Las muestras humanas se analizaron según la *WHO Global SarmSurv* (13). Las colonias sospechosas se confirmaron con el sistema *Vitek® 2Compact*.

Se hizo la serotipificación de los aislamientos identificados como *Salmonella* spp., según el esquema de Kauffmann-White-Le Minore (14).

Los procedimientos para la detección y aislamiento de los patógenos correspondieron a metodologías estandarizadas por cada institución. Para la caracterización de los aislamientos (confirmación automatizada a nivel de género o especie y serotipificación por serología) se emplearon protocolos armonizados.

Determinación de los factores de riesgo

La identificación de los factores de riesgo para la portación de los patógenos por parte de los trabajadores se basó en la aplicación de una encuesta validada previamente (15). El cuestionario constaba de cuatro partes: factores sociodemográficos, signos y síntomas relacionados con el evento, hábitos higiénicos y conocimiento y aplicación de medidas de desinfección en las *áreas de trabajo*. Las preguntas fueron cerradas y algunas verificadas mediante observación directa por parte del encuestador. Todos los trabajadores respondieron el cuestionario de manera libre e individual, respetando el acuerdo de confidencialidad.

Se recopilaron las encuestas y los hallazgos de laboratorio en una base de datos de Excel y se procesaron en *SPSS® Statitics* versión 2.0. Las variables

independientes incluidas en el cuestionario fueron: porte adecuado de uniforme, limpieza de las manos con o sin joyas, uñas cortas y/o esmalte, uso de guantes para la actividad laboral, reconocimiento médico en el último año, capacitación en prácticas higiénicas y medidas de protección de alimentos en el último año, consumo de alimentos en el área de trabajo, lavado y desinfección de las manos cada vez que sea necesario, uso de áreas específicas para el consumo de alimentos y el descanso, conocimiento sobre qué es “contaminación cruzada”, disponibilidad de lavamanos dotados con jabón y toallas para el lavado de las manos de los trabajadores, análisis de materia fecal en el último año, uso actual de algún antibiótico o antiparasitario, presencia de signos y síntomas como: fiebre, vómito, diarrea, escalofrío. La variable dependiente fue la presencia de los microorganismos evaluados en las muestras biológicas.

Para establecer la asociación entre variables y determinar los factores de riesgo, en un primer paso se efectuó un análisis bivariado empleando chi-cuadrado (recuento de celdas esperadas ≥ 5) o el test exacto de Fisher (recuento de celdas esperadas < 5), teniendo en cuenta la fuerza de asociación con el *Odds Ratio* (OR) y su respectivo intervalo de confianza del 95 %. En un segundo paso se procedió a hacer una regresión logística condicional para ajustar por posibles factores de confusión, y se consideraron como factores de riesgo aquellos con resultados en el análisis de OR > 1 -IC95 %. Las pruebas estadísticas se evaluaron a un nivel de significancia del 5 % ($p < 0,05$).

Consideraciones éticas

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación (CEIN) del Instituto Nacional de Salud, de acuerdo con el POE-R03.003.0000-0001, y fue clasificado como de riesgo mínimo acorde con la Resolución 8430 de 1993.

RESULTADOS

Empresa integradora avícola I (EI-I)

Muestras de origen animal

La prevalencia de *Salmonella* spp., fue del 4,4 % (11/250), con aislamientos distribuidos en los eslabones finales de la producción: granja de pollos de engorde ($n = 5$), planta de beneficio ($n = 5$) y punto de venta ($n = 1$). El serotipo predominante fue *S. Heidelberg*. *Campylobacter* spp., se aisló del 10 % (24/250) de las muestras (4 de los 5 eslabones evaluados: granja de abuelas, reproductoras, pollos de engorde y planta de beneficio). No se detectó *L. monocytogenes*.

El análisis estadístico mostró que la frecuencia de presentación de *Salmonella* spp., fue estadísticamente significativa en la granja de pollos de engorde, la planta de beneficio y el punto de venta, mientras que la de *Campylobacter* spp., no lo fue en este último (tabla 1).

Tabla 1. Frecuencia de presentación de los microorganismos en los eslabones de la cadena avícola en EI-I y EI-II

Eslabón % (n/N)	EI-I		EI-II	
	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Campylobacter</i> spp	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Campylobacter</i> spp
Abuelas	0 (0/67)	0 (0/67)	NA	NA
Incubación reproductoras	0 (0/42)	0 (0/42)	NA	NA
Reproductoras	0 (0/66)	9 (6/66)	5 (2/43)	23 (10/43)
Incubación de pollos de engorde	0 (0/18)	0 (0/18)	8 (1/13)	0 (0/13)
Granja de pollos de engorde	28 (5/18)*	22 (4/18)**	68 (19/28)**	11 (3/28)
Planta de beneficio	15 (5/34)**	32 (11/34)***	13 (8/61)	0 (0/61)
Despresadora	NA	NA	0 (0/26)	0 (0/26)
Punto de venta	20 (1/5)	0 (0/5)	0 (0/3)	0 (0/3)

% (n/N): % fracción de muestras positivas en 100 partes. n: número de muestras positivas en el eslabón/N: número total de muestras por eslabón. *p: 0,042; **p: 0,000; ***p: 0,002. NA: no aislado

Muestras de origen humano

El análisis de las condiciones sociodemográficas mostró que la edad promedio en años fue 37 (± 5), predominaron el sexo masculino (72,3 %) y la secundaria como grado de escolaridad (64,7 %). De los 289 trabajadores encuestados, se recolectaron otras tantas muestras de FM y 245 (84,8 %) de las de MF.

La prevalencia de *Salmonella* spp., en las muestras de FM fue del 5,9 % (17/289), los serotipos identificados fueron *S. Dublin*, *S. Infantis* y *S. Saphra*; este último fue el más prevalente. No se detectaron *L. monocytogenes* ni *Campylobacter* spp.

Se aisló *Salmonella* del 5,7 % (14/245) de las muestras de MF, los serotipos encontrados fueron *S. Saphra*,

S. Typhimurium, *S. Dublin*, *S. Uganda* y *S. Anatum*. La prevalencia de *Campylobacter* en las heces fue del 0,4 % (1/245) y la de *L. monocytogenes*, del 2 % (5/245).

Se detectó *Salmonella* spp., en 2 de las 7 muestras de agua (29 %) (tratada y no tratada) provenientes de la granja de pollos de engorde, los dos aislamientos correspondieron a *S. Saphra*.

El análisis multivariado mostró asociación estadísticamente significativa para las variables "Inadecuado lavado y desinfección de las manos cada vez que es necesario" (OR = 2,11; IC95 % = 1,9-2,14) y "Falta de análisis de materia fecal en el último año" (OR = 3,91; IC95 % = 1,34-11,41), que se constituyeron en posibles factores de riesgo para la presentación del microorganismo por parte de los trabajadores (tabla 2).

Tabla 2. Análisis multivariado para posibles factores de riesgo en la EI-I y la EI-II

Variable	EI-I				EI-II			
	Prueba Wald	OR	p	IC	Prueba Wald	OR	p	IC
No porte adecuado de uniforme	2,40	0,23	0,12	0,03-1,46	1,50	0,33	0,22	0,05-1,92
Higiene insuficiente en las manos	0,59	1,58	0,44	0,49-5,14	0,88	1,70	0,34	0,56-5,20
Falta de reconocimiento médico en el último año	2,21	2,27	0,13	0,77-6,67	4,05	2,05	0,04	1,01-4,14
Falta de capacitación en prácticas higiénicas y medidas de protección	4,37	1,32	0,03	0,11-1,93	4,66	1,39	0,03	0,16-0,91
Consumo de alimentos en el área de trabajo	5,58	0,27	0,18	0,09-0,80	0,95	0,62	0,32	0,24-1,60
Inadecuado lavado y desinfección de las manos cada vez que es necesario	2,10	2,11	0,00	1,9-2,14	0,70	1,02	0,67	1,01-1,10
No conoce qué es "contaminación cruzada"	1,74	1,91	0,18	0,73-5,04	1,35	1,58	0,24	0,73-3,42
No disponibilidad de lavamanos dotados con jabón y toallas para el lavado de manos de los trabajadores	1,42	3,92	0,23	0,41-36,87	1,34	3,45	0,24	0,42-28,2
No realización de análisis de materia fecal en el último año	6,27	3,91	0,01	1,34-11,41	0,00	1,03	0,93	0,48-2,19
Presencia de signos y síntomas como fiebre, vómito, diarrea, escalofrío	0,62	1,51	0,43	0,53-4,29	1,95	1,83	0,16	0,78-4,31

Empresa integradora avícola II (E-II)

Muestras de origen animal

La prevalencia de *Salmonella* spp., fue del 17 % (30/174), con aislamientos distribuidos en casi todos los eslabones de la cadena: reproductoras (n = 2), incubación (n = 1), granja de pollos de engorde (n = 19) y planta de beneficio (n = 8), incluyendo una muestra de agua de proceso (*S. Enteritidis* aislada de agua del *chiller*). El serotipo predominante fue *S. Paratyphi B* (28/30). La frecuencia de presentación de *Campylobacter* fue del 7,5 % (13/174), 10 aislamientos en la granja de reproductoras y 3 en la granja de pollos de engorde. Se detectó *L. monocytogenes* en una carcasa en la planta de beneficio.

El análisis estadístico reveló que la presencia de *Salmonella* spp., fue significativa en la granja de pollos de engorde, mientras que la de *Campylobacter* spp., lo fue en el eslabón de reproductoras (tabla 1).

Muestras de origen humano

El total de manipuladores encuestados fue de 241 con edad promedio de 32 (\pm 3) años; predominaron el sexo masculino (86,7 %) y el nivel secundario de escolaridad (59,3 %). Se obtuvieron muestras de FM en todos los trabajadores y de MF en 195 (80,9 %).

La prevalencia de *Salmonella* spp., en FM fue del 1,2 % (3/241) correspondientes a los serotipos *S. Typhimurium* y *S. Paratyphi B*. No se detectaron *Campylobacter* spp., ni *L. monocytogenes*. Se aisló *Salmonella* del 2,1 % (4/195) de las muestras de MF, y los serotipos identificados fueron *S. Typhimurium* y *S. Paratyphi B*. La prevalencia de *Campylobacter* spp., en este tipo de muestra fue del 1 % (2/195) y la de *L. monocytogenes*, del 2,1 % (4/195).

Con respecto a los factores de riesgo, en el análisis multivariado la "Falta de reconocimiento médico en el último año" (OR = 2,05; IC95 %: 1,01-4,14) presentó asociación estadísticamente significativa (tabla 2).

DISCUSIÓN

Las ETA son un problema creciente y una carga importante de salud pública (2), además de una amenaza

para la seguridad alimentaria en los países en vías de desarrollo (7), en donde estas enfermedades se han asociado con patógenos zoonóticos como *Salmonella*, *Campylobacter* y *L. monocytogenes* (6,16).

Los datos obtenidos en este trabajo, siguiendo los esquemas de muestreo propios de cada una de las EI, sugieren la contaminación o diseminación de *Salmonella* spp., y *Campylobacter* spp., a lo largo de las diferentes etapas de la cadena productiva incluyendo el agua empleada para consumo o proceso, lo que concuerda con los resultados de estudios previos desarrollados en fases específicas del proceso (9,17,18). Nuestros hallazgos sugieren la necesidad de ajustar los procesos de contención y control para estos patógenos desde la granja hasta el punto de venta, disminuyendo la probabilidad de que lleguen al consumidor final y puedan causar enfermedad.

Este trabajo evidenció la presencia de *Salmonella* spp., en casi todos los eslabones de la cadena tanto en muestras animales como humanas, situación relevante teniendo en cuenta que la salmonelosis es una de las ETA más importantes mundialmente y que en algunos casos se ha asociado con el consumo de productos derivados del pollo escasamente cocidos o almacenados inadecuadamente (8). En nuestro país, el pollo constituye una fuente buena y económica de proteína, y es fundamental en la dieta de la población (19,20) lo cual pone de manifiesto la necesidad de aplicar medidas de protección para los alimentos, que se sumen a los esfuerzos de la industria en la mejora continua de los procesos.

Salmonella Saphra fue el serotipo más frecuente en la EI-I tanto en muestras humanas como en las de agua para consumo humano. No se ha reportado previamente este serotipo en muestras de animales o ambientales. La literatura le atribuye un brote de salmonelosis transmitido por melones, cuya fuente de contaminación fueron aguas no tratadas (21). Nuestros hallazgos sugieren contaminación cruzada desde el agua que circula en la granja a las manos de los manipuladores y, pese a que las buenas prácticas posteriores evitaron la diseminación del patógeno hasta el producto final, es importante notar que la exposición de los trabajadores a este microorganismo los convierte en portadores, es decir, en vehículos de transmisión del patógeno a su entorno.

Los aislamientos de *Salmonella* derivados del proceso productivo en la EI-I correspondieron en su mayoría a *S. Heidelberg*, un serotipo descrito en estudios internacionales (22) y en Colombia en donde además se le ha demostrado multirresistencia a las drogas (23).

En el caso de la EI-II se debe anotar que *S. Paratyphi B* estuvo presente tanto en las muestras de origen animal como en las de los manipuladores, lo que sugiere contaminación cruzada; ello está de acuerdo con estudios previos (16,17) y es relevante para la gestión de la producción avícola, el mejoramiento del sistema de seguridad alimentaria y la calidad sanitaria del producto final.

Aunque *Campylobacter* spp., y *L. monocytogenes* se presentaron con frecuencias relativamente bajas, debe prestárseles atención, por ser ambos agentes causales de gastroenteritis en humanos y porque en países desarrollados la campilobacteriosis ha superado el número de casos de salmonelosis, convirtiéndose en la más importante de las zoonosis bacterianas (24). Debido a sus cualidades intrínsecas, se ha demostrado que el manejo inadecuado de los productos alimenticios de origen animal incrementa el riesgo de contagio humano con este microorganismo (25). La industria avícola ha sido pionera en el desarrollo de trabajos de investigación enfocados a establecer la prevalencia de *Campylobacter* spp., y *Salmonella* spp., y, por tanto, a la implementación de medidas de contención y control, a lo que puede atribuirse el hecho de que el microorganismo se presentara de manera intermitente en los eslabones muestreados.

Se aisló *Listeria monocytogenes* únicamente en muestras de manipuladores, lo cual sugiere que ellos son portadores y por ende diseminadores del microorganismo al proceso de producción y a sus entornos sociales y familiares; ello representa un riesgo teniendo en cuenta que se considera a la listeriosis como la infección de origen alimentario con mayor tasa de mortalidad (20 % a 30 % de los casos), con casos esporádicos que pueden evolucionar hasta consolidarse como verdaderas epidemias (15).

Desde los años 70 la producción avícola en Colombia pasó de ser artesanal a ser una actividad industrial estructurada por eslabones, en la que los mayores índices de contaminación se reportan en las operaciones de transformación (escaldado, desplume,

evisceración y despresado) (26,27). En este trabajo, la presencia de los microorganismos fue estadísticamente significativa en la “granja de pollos de engorde”, la “planta de beneficio” y el “punto de venta” lo cual sugiere que, pese a los sistemas de barrera establecidos por cada empresa, factores como la ecología microbiana, los procesos de manipulación y la naturaleza del animal facilitan la contaminación cruzada y dificultan la eficiencia de las medidas de contención; por esta razón, es fundamental poner en práctica acciones que garanticen la disminución desde la granja de los patógenos importantes en salud pública.

Cuando se analizaron estadísticamente las encuestas aplicadas a los trabajadores de las granjas y plantas de beneficio, se establecieron como variables significativas el lavado de manos y el reconocimiento médico, aspectos considerados como posibles factores de riesgo para la portación de los microorganismos objeto de estudio, por parte de los trabajadores en producción primaria y los manipuladores en la planta de beneficio. Se sugiere a las empresas considerar el efecto de dichas variables en la dinámica del proceso productivo, y como medida preventiva o de mitigación se recomienda reforzar el lavado de manos haciendo un acompañamiento apropiado al personal seguido de la vigilancia y evaluación correspondientes (28). Se sugiere, además, establecer o ajustar un plan de reconocimiento médico periódico que permita al menos un examen anual por empleado, en el cual, además de los análisis de rutina, se hagan búsquedas especializadas (*Salmonella* spp., y *Campylobacter* spp.) orientadas a la detección de los portadores, quienes deben ser tratados y reubicados en puntos del proceso donde no constituyan una fuente de diseminación.

Debido a que el muestreo para este estudio fue el mismo empleado de manera rutinaria para el monitoreo de patógenos por parte de cada EI, y a que se involucró en su totalidad a los empleados responsables del proceso de producción, los resultados obtenidos fortalecen el proceso de vigilancia de las ETA, proporcionan una línea de base para la elaboración de normas para el control de los microorganismos objeto de estudio y brindan herramientas a las empresas integradoras para mejorar sus procesos en términos de inocuidad y calidad, monitoreando el producto

desde los eslabones primarios, con inclusión de las variables intrínsecas al proceso, los factores externos y el recurso humano.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación –Colciencias– por la financiación y el apoyo en el desarrollo de este estudio. De la misma manera expresamos nuestro sentido agradecimiento a las empresas avícolas participantes en esta investigación.

CONFLICTOS DE INTERESES

Ninguno que declarar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Grupo de vigilancia y control de factores de riesgo ambiental. Protocolo de vigilancia y control de enfermedades transmitidas por alimentos [Internet]. [consultado 2014 Sept 21]. Disponible en: <http://www.minsalud.gov.co/comunicadosPrensa/Documents/ETA.pdf>
2. Quinlan JJ. Foodborne illness incidence rates and food safety risks for populations of low socioeconomic status and minority race/ethnicity: a review of the literature. *Int J Environ Res Public Health*. 2013 Aug;10(8):3634-52. DOI 10.3390/ijerph10083634.
3. Mercado M, Avila J, Rey M, Montoya M, Gamboa A, Carrascal AK, et al. Brotes por *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes* asociados al consumo de pollo. *Biomédica*. 2012 Jul-Sept;32(3):375-85. DOI 10.7705/biomedica.v32i3.697.
4. Zhao C, Ge B, De Villena J, Sudler R, Yeh E, Zhao S, et al. Prevalence of *Campylobacter* spp., *Escherichia coli*, and *Salmonella* serovars in retail chicken, turkey, pork, and beef from the Greater Washington, D.C., area. *Appl Environ Microbiol*. 2001 Dec;67(12):5431-6.
5. Sasaki Y, Haruna M, Murakami M, Hayashida M, Takahashi N, Urushiyama T, et al. Contamination of Poultry Products with *Listeria monocytogenes* at Poultry Processing Plants. *J Vet Med Sci* [Internet]. 2014 Jan [cited 2013 Jul 1]; 76(1):[129-32]. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jvms/76/1/76_13-0267/_pdf
6. Scallan E, Hoekstra RM, Angulo FJ, Tauxe RV, Widdowson MA, Roy SL, et al. Foodborne illness acquired in the United States--major pathogens. *Emerg Infect Dis*. 2011 Jan;17(1):7-15. DOI 10.3201/eid1701.091101p1.
7. Grupo Enfermedades Transmisibles Equipo ETA. Protocolo de vigilancia en Salud Pública: Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) 2014 [Internet]. [consultado 2014 Sept 21]. Disponible en: <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Protocolos%20SIVIGILA/PRO%20Enfermedades%20Trans.%20por%20alimentos.pdf>
8. Donado-Godoy P, Clavijo V, León M, Arevalo A, Castellanos R, Bernal J, et al. Counts, serovars, and antimicrobial resistance phenotypes of *Salmonella* on raw chicken meat at retail in Colombia. *J Food Prot*. 2014 Feb;77(2):227-35. DOI 10.4315/0362-028X.JFP-13-276.
9. Donado-Godoy P, Gardner I, Byrne BA, Leon M, Perez-Gutierrez E, Ovalle MV, et al. Prevalence, risk factors, and antimicrobial resistance profiles of *Salmonella* from commercial broiler farms in two important poultry-producing regions of Colombia. *J Food Prot*. 2012 May;75(5):874-83. DOI 10.4315/0362-028X.JFP-11-458.
10. Organización Mundial de Sanidad Animal. Púlorosis y tífosis aviar. En: Manual de la OIE sobre animales terrestres [Internet]. Paris: OIE; 2004. p. 937-8. [consultado 2015 Nov 17]. Disponible en: http://web.oie.int/esp/normes/mmanual/pdf_es/2.7.05_Pulorosis_y_tifosis_aviar.pdf
11. Callejo R, Prieto M, Martínez C, Aguerre L, Rocca F, Martínez G. Manual de procedimientos: Aislamiento, identificación y caracterización de *Listeria monocytogenes* 2008 [Internet]. [consultado 2013 Jul 1]. Disponible en: http://bvs.panalimentos.org/local/File/Manual_Listeria_monocytogenes_2008.pdf
12. United States Department of Agriculture. Isolation and Identification of *Salmonella* from Meat, Poultry, Pasteurized Egg, and Catfish Products and Carcass and Environmental Sponges [Internet]. [cited 2013 Jul 1]. Available from: <http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/700c05fe-06a2-492a-a6e1-3357f7701f52/MLG-4.pdf?MOD=AJPERES>
13. Caffer MI, Terragno R. Manual de procedimientos para la caracterización de *Salmonella* [Internet]. [consultado 2013 Jul 1]. Disponible en: http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/gss/publications/documents/Argentina-LevelI/Manual_procedimientos_Salmonella.pdf

14. Grimont PA, Weill FX; WHO Collaborating Centre for Reference and Research on Salmonella. Antigenic formulae of the Salmonella serovars 2007. 9ª ed. [Internet]. [consultado 2013 Jul 1]. Disponible en: <https://www.pasteur.fr/ip/portal/action/WebdriveActionEvent/oid/01s-000036-089>
15. Muñoz ÁB, Chavez JA, Rodríguez EC, Realpe ME. Listeria monocytogenes en manipuladores de alimentos: un nuevo enfoque para tener en cuenta en los peligros de la industria alimentaria. Biomédica [Internet]. 2013 [consultado 2013 Jul 1]; 33:[283-91]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v33n2/v33n2a14.pdf>
16. European Food Safety Authority. Scientific Opinion on a review on the European Union Summary Reports on trends and sources zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2009 and 2010 – specifically for the data on Salmonella, Campylobacter, verotoxigenic Escherichia coli, Listeria monocytogenes and foodborne outbreaks. EFSA Journal [Internet]. 2012 [cited 2013 Jul 1];10(6):[2726]. Available from: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/2726.pdf>
17. González LJ, Martínez FN, Rossi L, Tornese M, Troncoso A. Enfermedades transmitidas por los alimentos: Análisis del riesgo microbiológico. Rev Chil Infectol. 2010 Dic;27(6):513-24. DOI 10.4067/S0716-10182010000700004.
18. Pires SM, Vieira AR, Perez E, Wong DLF, Hald T. Attributing human foodborne illness to food sources and water in Latin America and the Caribbean using data from outbreak investigations. Int J Food Microbiol. 2012 Jan;152(3):129-38. DOI 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.04.018.
19. Federación Nacional de Avicultores de Colombia [Internet]. Bogotá: FEVAVI; 2015 [consultado 2015 Jul 1]. Consumo Per Cápita. Disponible en: http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2160&Itemid=556
20. Semana Sostenible [Internet]. Bogotá: Revista Semana; 2014 [consultado 2015 Jul 1]. CONtexto Ganadero. Carne de res, cerdo o pollo, ¿qué prefieren los colombianos? Disponible en: <http://sostenibilidad.semana.com/consumo-responsable/articulo/carneres-cerdo-pollo-que-prefieren-colombianos/30562>
21. Mohle-Boetani JC, Reporter R, Werner SB, Abbott S, Farrar J, Waterman SH, et al. An outbreak of Salmonella serogroup Saphra due to cantaloupes from Mexico. J Infect Dis. 1999 Oct;180(4):1361-4.
22. St Amand JA, Otto SJ, Cassis R, Annett Christianson CB. Antimicrobial resistance of Salmonella enterica serovar Heidelberg isolated from poultry in Alberta. Avian Pathol. 2013 Aug;42(4):379-86.
23. Donado-Godoy P, Castellanos R, León M, Arevalo A, Clavijo V, Bernal J, et al. The Establishment of the Colombian Integrated Program for Antimicrobial Resistance Surveillance (COIPARS): A Pilot Project on Poultry Farms, Slaughterhouses and Retail Market. Zoonoses Public Health. 2015 Apr;62 Suppl 1:58-69. DOI 10.1111/zph.12192.
24. Llaena AK, Huneau A, Hakkinen M, Hänninen ML. Predominant Campylobacter jejuni sequence types persist in Finnish chicken production. PLoS One. 2015 Feb;10(2):e0116585. DOI 10.1371/journal.pone.0116585.
25. Fajó-Pascual M, Godoy P, Ferrero-Cáncer M, Wymore K. Case-control study of risk factors for sporadic Campylobacter infections in northeastern Spain. Eur J Public Health. 2010 Aug;20(4):443-8. DOI 10.1093/eurpub/ckp206.
26. Mojica Pimiento A, Paredes Vega J. Centro Regional de estudios Económicos Bucaramanga. Características del sector avícola Colombiano y su reciente evolución en el Departamento de Santander [Internet]. [consultado 2015 Feb 27]. Disponible en: http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/2005_agosto.pdf
27. Macari M, Mendes AA, Machado Menten JF, Nääs IA, editores. Boas Práticas de Produção. En: Produção de frangos de corte. 2ª ed. São Paulo: FACTA; 2014. p. 440-63.
28. Green LR, Selman CA, Radke V, Ripley D, Mack JC, Reimann DW, et al. Food worker hand washing practices: an observation study. J Food Prot. 2006 Oct;69(10):2417-23.

