

Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) con relación a las medidas de control para reducir la presencia de *Campylobacter* spp. en carne fresca de aves (pollo)

Miembros del Comité Científico

Rosaura Farré Rovira, Francisco Martín Bermudo, Ana María Cameán Fernández, Alberto Cepeda Sáez, Mariano Domingo Álvarez, Antonio Herrera Marteache, Félix Lorente Toledano, María Rosario Martín de Santos, Emilio Martínez de Victoria Muñoz, M^a Rosa Martínez Larrañaga, Antonio Martínez López, Cristina Nerín de la Puerta, Teresa Ortega Hernández-Agero, Perfecto Paseiro Losada, Catalina Picó Segura, Rosa María Pintó Solé, Antonio Pla Martínez, Daniel Ramón Vidal, Jordi Salas Salvadó, M^a Carmen Vidal Carou

Secretario

Vicente Calderón Pascual

Número de referencia: AESAN-2012-005

Documento aprobado por el Comité Científico en su sesión plenaria de 19 de septiembre de 2012

Grupo de Trabajo

M^a Rosario Martín de Santos (Coordinadora)
Alberto Cepeda Sáez
Antonio Herrera Marteache
Antonio Martínez López

21

revista del comité científico n.º 16

Resumen

La campilobacteriosis es una enfermedad de transmisión alimentaria que el hombre padece principalmente por la manipulación y consumo de carne de pollo contaminada con diferentes especies de *Campylobacter*. No obstante, la infección también se puede contraer por contacto con animales portadores y a través de la exposición ambiental.

El principal reservorio de *Campylobacter* spp. son las aves, además del ganado bovino, ovino, porcino, roedores, perros y gatos, así como mamíferos y aves silvestres. El espectro de reservorios varía con la especie: *C. jejuni* se encuentra muy difundido, mientras *C. coli* se aísla más frecuentemente de los cerdos. La adquisición primaria de *Campylobacter* spp. por los animales acontece tras el nacimiento y aunque puede ser causa de morbilidad en estos animales, en la mayoría de las ocasiones la colonización conduce a un estado permanente de portador.

El último informe de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) sobre zoonosis, agentes zoonóticos y brotes de toxiinfecciones alimentarias registrados en 2010, muestra que *Campylobacter* spp. sigue siendo el patógeno de transmisión alimentaria responsable del mayor número de casos (212.064). En la Unión Europea (UE), la tasa de notificación pasó de 45,6 casos por 100.000 habitantes en 2009 a 48,6 en 2010. Conviene resaltar que la tasa de notificación de casos confirmados de campilobacteriosis ha mostrado una tendencia creciente en los últimos cinco años (2006-2010), especialmente desde 2008.

La campilobacteriosis cursa con enterocolitis aguda que se manifiesta con malestar, fiebre, dolores abdominales severos y diarrea acuosa o sanguinolenta. El periodo de incubación oscila entre 1 y 11 días (normalmente de 1-3 días). En la mayoría de los casos la diarrea tiende a remitir por sí misma. Las bacteriemias ocurren en <1% de los pacientes con enteritis, pudiéndose producir también secuelas que cursan como desórdenes reumatoides o neuropatías periféricas (síndrome de Guillain-Barré).

Las estrategias para el control de *Campylobacter* spp. en la carne de pollo tienen que estar basadas en la estricta aplicación de las Buenas Prácticas Higiénicas (GHP) y del sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) en toda la cadena alimentaria.

Palabras clave

Campylobacter spp., carne de pollo, síndrome Guillain-Barré, descontaminación.

Report of the Scientific Committee of the Spanish Agency for Food Safety and Nutrition (AESAN) on the control strategies to reduce the burden of *Campylobacter* spp. in fresh poultry meat (broiler).

Abstract

Campylobacteriosis is a foodborne disease that affects humans mainly due to manipulation and consumption of broiler meat contaminated with different species of *Campylobacter*. Nevertheless the infection can also be acquired through contact with carriers and environmental exposure.

The main reservoir for *Campylobacter* spp. are birds, along with cattle, sheep, pigs, rodents, cats and dogs and wild mammals and birds. The reservoir spectrum varies according to the species: *C. jejuni* is widely spread whilst *C. coli* is more frequently isolated from pigs. Primary acquisition of *Campylobacter* spp. from animals occurs after birth and although it can be a cause of morbi-mortality in these animals, in most cases colonization leads to a state of permanent carrier.

The last European Food Safety Authority (EFSA) report on zoonosis, zoonotic agents and foodborne outbreaks registered in 2010 shows that *Campylobacter* spp. is still the foodborne pathogen responsible for the largest number of cases (212,064). In the European Union (EU), the notification rate increased from 45.6 per 100,000 in 2009 to 48.6 per 100,000 in 2010. Remarkably the notification rate of confirmed campylobacteriosis has shown a growing trend in the last five years (2006-2010), especially since 2008.

Campylobacteriosis causes acute enterocolitis with discomfort, fever, severe abdominal pain and aqueous and/or bloody diarrhea. The incubation period varies from 1 to 11 days (usually 1-3 days). In most cases, the diarrhea is self-limiting. Bacteriemias occur in less than 1% of the patients with enteritis and provoke after-effects like rheumatoid disorders or peripheral neuropathies (Guillain-Barré syndrome).

Control strategies to reduce the burden of *Campylobacter* spp. in broiler meat must be based on the strict implementation of Good Hygiene Practices (GHP) and the Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) system along the whole food chain.

Key words

Campylobacter spp., broiler meat, Guillain-Barré syndrome, decontamination.

Introducción

La elevada incidencia de la campilobacteriosis en la población, principalmente por la manipulación y consumo de carne de pollo poco cocinada, ha determinado que la Dirección Ejecutiva de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) haya solicitado al Comité Científico la elaboración de un informe con relación a las medidas de control que permitan reducir la presencia de *Campylobacter* spp. en la carne fresca de aves de corral (pollo).

Los microorganismos identificados como *Campylobacter* spp. se encuentran ampliamente difundidos en la naturaleza, aunque su reservorio más común es el tracto intestinal de los mamíferos y aves, tanto domésticos como salvajes. Los animales portadores raramente manifiestan la enfermedad. *Campylobacter* spp. contamina fácilmente los alimentos, incluyendo la carne y derivados cárnicos, leche y derivados lácteos, pescado y productos de la pesca, así como agua, frutas y hortalizas. No obstante, la manipulación y consumo de carne de aves, así como de leche y derivados lácteos no pasteurizados y de aguas contaminadas, constituyen el origen más común de adquisición de *Campylobacter* spp. por las personas. La elevada incidencia de infecciones entéricas por *Campylobacter* spp. y la posible existencia de secuelas aconseja el desarrollo de metodologías de prevención y control de su presencia en los alimentos (Rosenquist et al., 2003, 2006) (ELIKA, 2006).

En la Unión Europea, se estima que se producen anualmente entre 2 y 20 millones de casos de infecciones por *Campylobacter* spp. (EFSA, 2010). A nivel mundial se considera que se registran entre 400 y 500 millones de casos (Ganan et al., 2012). Las especies más comúnmente asociadas con la infección humana son *C. jejuni* seguido por *C. coli* y *C. lari*. Estas bacterias se encuentran ampliamente difundidas en la naturaleza, aunque su reservorio más común es el tracto intestinal de las aves y mamíferos. Estudios realizados en Inglaterra, Escocia y Nueva Zelanda utilizando la técnica de tipado mediante secuenciación multilocus (MLST) han identificado a la carne de pollo como la principal fuente de transmisión de *Campylobacter* spp. al hombre (50-80% de los casos), mostrando que los genotipos más aislados en el hombre son también los más aislados del pollo (Strachan y Forbes, 2010).

En el hombre, el período de incubación de la campilobacteriosis puede oscilar entre 1 y 11 días. Los síntomas incluyen diarrea acuosa que a veces puede ser sanguinolenta, dolor abdominal, fiebre, dolor de cabeza y náuseas. Por lo general, las infecciones son autolimitadas y solo duran unos días. Las complicaciones se atribuyen a su dispersión gastrointestinal. Las bacteriemias ocurren en <1% de los pacientes con enteritis, pudiéndose producir también secuelas que cursan como desórdenes reumatoideos o neuropatías periféricas.

Las estrategias para el control de *Campylobacter* spp. en la carne de pollo tienen que basarse en la estricta aplicación de las Buenas Prácticas Higiénicas y del sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) en toda la cadena alimentaria.

Evaluación del riesgo

El género *Campylobacter* se considera responsable de infecciones entéricas humanas (Friedman et al., 2000) (Doyle y Erickson, 2006), por lo que constituye un importante problema de salud pública. En la mayoría de los países industrializados, las infecciones por *Campylobacter* spp. son más frecuentes que las debidas a *Salmonella* spp., *Shigella* spp., o *E. coli* O157:H7.

1. Identificación del peligro

El género *Campylobacter* comprende 23 especies y este número se va incrementando debido a la identificación de nuevas especies. La mayoría de las infecciones humanas son ocasionadas por *C. jejuni* (80%) y, en menor grado, por *C. coli* (10%). *C. jejuni* incluye dos subespecies (*C. jejuni* subsp. *jejuni* y *C. jejuni* subsp. *doylei*). La enfermedad en el hombre se presenta en forma de casos esporádicos, siendo menos frecuente la existencia de brotes. Otras especies como *C. upsaliensis*, *C. lari* y *C. fetus* también se han asociado con diarrea en el hombre.

Los microorganismos del género *Campylobacter* son bacilos Gram negativos, curvados o de forma espiral, móviles mediante un flagelo unipolar o bipolar y microaerófilos. Los *Campylobacter* spp. termofílicos (desarrollo óptimo a 42-43 °C), entre los que se incluyen *C. jejuni*, *C. coli*, *C. lari*, *C. upsaliensis* y *C. helveticus*, se consideran el origen más frecuente de gastroenteritis en el hombre.

Las especies del género *Campylobacter* son sensibles a factores como la baja actividad de agua, calor, radiación ultravioleta, sal, etc. A diferencia de otros patógenos alimentarios como *Salmonella* spp., no se multiplican en los alimentos. No obstante, pueden sobrevivir en el medio externo si se evita la desecación, que es uno de los factores más estresantes para esta bacteria. Muchas aguas superficiales están contaminadas con excretas animales que contienen *Campylobacter* spp. En lodos y en aguas estancadas pueden sobrevivir hasta tres meses (Nicholson et al., 2005).

Las especies del género *Campylobacter* se encuentran como comensales en el tracto gastrointestinal de animales domésticos y salvajes. El principal reservorio de *Campylobacter* spp. son las aves (pollos, gallinas ponedoras, patos, pavos, ocas, codornices, avestruces, etc.) (Wassenaar y Blaser, 1999) (Newel y Wagenaar, 2000) (Waldenstrom et al., 2002). Otros reservorios son el ganado bovino, ovino, porcino, roedores, perros y gatos así como mamíferos y aves silvestres. El espectro de reservorios varía con la especie: *C. jejuni* se encuentra muy difundido, mientras *C. coli* se aísla más frecuentemente de los cerdos. La adquisición primaria de *Campylobacter* spp. por los animales ocurre generalmente pronto tras el nacimiento y aunque puede ser causa de morbilidad en estos animales, la mayoría de las veces la colonización conduce a un estado permanente de portador.

El amplio espectro de reservorios animales es probablemente la fuente de la mayoría de las infecciones humanas. La vía de infección más frecuente es el consumo de carne procedente de animales portadores así como de leche no pasteurizada. Otra vía menos habitual es el contacto con animales infectados, ya sea con animales domésticos o como accidente ocupacional en personas expuestas al ganado. Muchos serotipos humanos se han identificado también en animales.

Campylobacter spp. puede sobrevivir en el agua durante semanas y persistir en aguas estancadas y residuales procedentes de fuentes diversas, como las provenientes de mataderos, plantas de tratamiento de aguas residuales con la posibilidad de llegar a las aguas superficiales, pantanos y agua de consumo. Por ello, los fallos en las plantas de tratamiento, el empleo de agua no tratada por cloración o tratamientos equivalentes, o la procedente de pozos puede ser la vía por la que el microorganismo llegue a los animales y al hombre. De hecho, el consumo de agua contaminada ha sido responsable de algunos brotes de campilobacteriosis, que también pueden aparecer vinculados a actividades recreativas como el baño en aguas contaminadas. La contaminación fecal del suelo es también el origen de infecciones humanas, principalmente por el consumo de vegetales cultivados en terrenos contaminados o regados con aguas fecales.

Los insectos, como las moscas, por su contacto con material fecal actúan como transmisores de *Campylobacter* spp. al interior de las explotaciones animales, pudiendo contaminar diversas fuentes.

En países industrializados, *Campylobacter* spp. se transmite a las personas principalmente a través del consumo de alimentos de origen animal (en especial la carne de pollo poco cocinada), mientras que en los países en vías de desarrollo predomina la transmisión por alimentos y aguas contaminadas con excretas, así como por contacto directo con animales o personas enfermas.

Como sucede con otras infecciones entéricas, la vía de transmisión fecal-oral entre individuos infectados es posible, en especial, entre niños que habitan en ambientes con deficientes condiciones higiénicas. La transmisión a partir de personas infectadas asintomáticas que manipulan los alimentos es rara, pero es mayor cuando la infección es sintomática, lo que justifica la exclusión de los manipuladores del entorno laboral mientras se encuentren afectados.

El informe de EFSA (2012) recoge los principales alimentos implicados en los brotes atribuidos a *Campylobacter* spp. Como se muestra en la Figura 1, un 63% se atribuyeron al consumo de carne de pollo, un 18,5% a la ingestión de leche no pasteurizada, un 7,4% a comidas preparadas listas para consumir, otro 7,4% a carnes procedentes de otras especies animales diferentes del pollo y un 3,7% al queso.

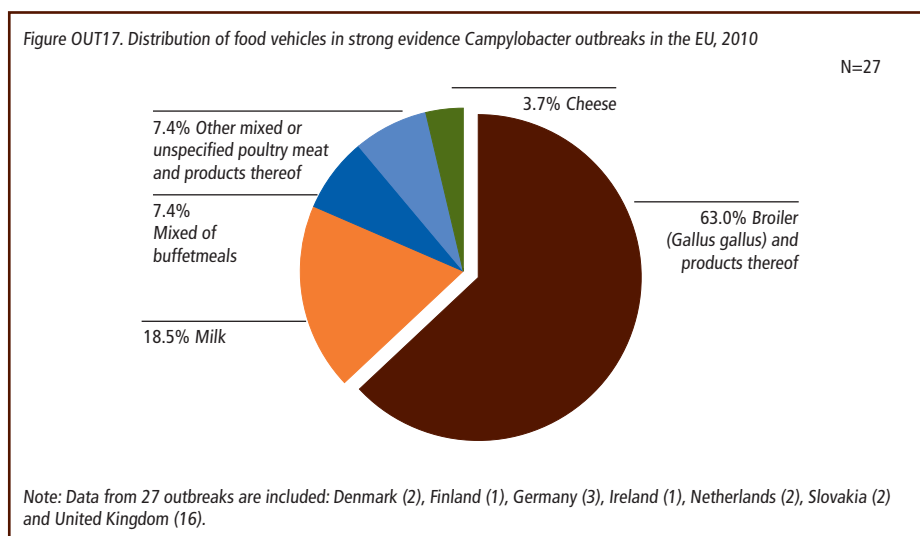
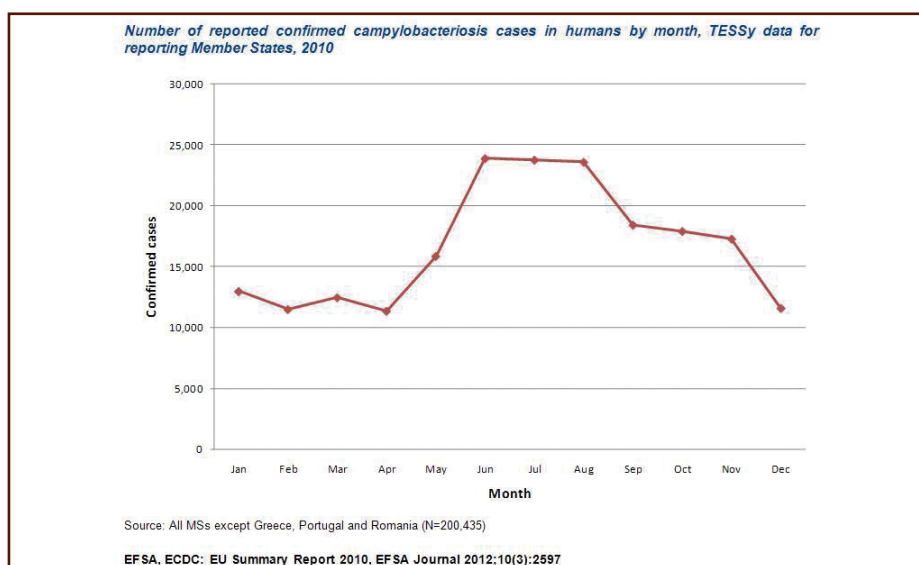


Figura 1. Principales alimentos responsables de los brotes de campilobacteriosis humana en la Unión Europea (año 2010). **Fuente:** (EFSA, 2012).

La asociación entre el consumo de carne de pollo y la campilobacteriosis humana queda reflejada en dos crisis alimentarias que han tenido a esta especie animal como protagonista. En 1999, en Bélgica, la detección de elevadas concentraciones de dioxinas en los piensos destinados a granjas de pollos provocó la retirada del mercado de la carne y huevos procedentes de esta especie animal, comprobándose de forma coincidente una reducción de un 40% de los casos humanos de campilobacteriosis. En mayo de 2003, en Holanda, como consecuencia de un brote de influenza aviar, se sacrificaron un elevado número de pollos de diferentes explotaciones avícolas, lo que contribuyó también a una reducción de más de un 40% de los casos de campilobacteriosis (EFSA, 2010).

En todo el mundo, el número de casos de campilobacteriosis aumenta en verano y principios del otoño, coincidiendo con el aumento de la temperatura ambiental (Figura 2). La mayoría de *Campylobacter* spp. son sensibles a condiciones ambientales que hacen inviable su supervivencia durante mucho tiempo fuera del hospedador (Nachamkin, 1997). Los factores que dificultan su multiplicación en los alimentos son: 1) el pH ácido y la desecación, 2) al ser microaerófilos, la tensión de oxígeno en el aire les inactiva, 3) su desarrollo a temperaturas inferiores a 30 °C es mínimo, e incluso nulo (para que se multipliquen son necesarias temperaturas comprendidas entre 42 y 45 °C), y 4) son sensibles a la mayoría de los desinfectantes conocidos. La congelación ha demostrado ser un buen sistema de control de *Campylobacter* spp. No obstante, es un hecho demostrado que algunas cepas pueden sobrevivir durante meses.



Nota: Los datos de humanos se recogen en el Centro Europeo de Control de Enfermedades (ECDC) a través del Sistema Europeo de Vigilancia (TESSy). TESSy es una plataforma informática en uso desde abril de 2008 y que recoge datos de 49 enfermedades infecciosas.

Figura 2. Evolución mensual del número de casos confirmados de campilobacteriosis humana en la Unión Europea (año 2010). **Fuente:** (EFSA, 2012).

2. Caracterización del peligro

La campilobacteriosis en el ser humano cursa con enterocolitis aguda que se manifiesta con malestar, fiebre, dolores abdominales severos y diarrea acuosa o sanguinolenta. El periodo de incubación oscila entre 1 y 11 días (normalmente de 1-3 días). En la mayoría de los casos la diarrea tiende a remitir por sí misma. Complicaciones derivadas de las infecciones por *Campylobacter* spp. se atribuyen a su dispersión gastrointestinal e incluyen colecistitis, pancreatitis, peritonitis y hemorragias gastrointestinales (Van Vliet y Ketley, 2001). Las bacteriemias ocurren en <1% de los pacientes con enteritis por *Campylobacter* spp. No obstante, su capacidad invasiva es inferior a la de otros patógenos entéricos. La mortalidad debida a las infecciones por *Campylobacter* spp. es de 0,05 personas por cada 1.000 afectados.

C. jejuni y *C. coli* se reconocen como las especies responsables de la mayoría de las infecciones gastrointestinales, con síntomas difícilmente distinguibles para ambas entidades. *C. upsaliensis*, *C. hyointestinalis*, *C. concisus* y *C. lari* también se han asociado a infecciones gastrointestinales humanas. Diversos biovars de *C. sputorum* y *C. fetus* se han vinculado también a infecciones extraintestinales, mientras *C. mucosalis* se ha aislado de pacientes con enteritis. *C. rectus*, *C. showae* y *C. gracilis* se han aislado también de infecciones periodontales (Nachamkin, 1997). En los casos severos de la enfermedad, el tratamiento de elección es la eritromicina, aunque también pueden utilizarse fluoroquinolonas, como la ciprofloxacina y norfloxacina.

Los individuos expuestos y colonizados con *Campylobacter* spp. desarrollan una respuesta inmune humoral y celular, que pueden conferir protección en exposiciones sucesivas. En países desarrollados, la mayoría de las infecciones son asintomáticas. En el Reino Unido y en Holanda, sólo 1 de cada 100 infecciones cursa con síntomas (EFSA, 2011).

No obstante, conviene resaltar que las infecciones por *Campylobacter* spp. originan, a veces, secuelas no-gastrointestinales, infrecuentes pero severas (Smihy, 1995). Dichas infecciones son: 1) artritis reactiva, un proceso no infeccioso que afecta a múltiples articulaciones y asociada al fenotipo HLA-B27, 2) el síndrome de Guillain-Barré (GBS), un desorden desmielinizante del sistema nervioso con debilidad, normalmente simétrica de los párpados y músculos respiratorios, con pérdida de reflejos y que puede convertirse en crónico o mortal y 3), el síndrome de Miller Fisher (MFS), una variante del GBS caracterizado por oftalmoplegia, ataxia y areflexia (Hadden y Gregson, 2001) (Nachamkin, 2002) (Schwerer, 2002) (Takahashi et al., 2005).

Un análisis de la bibliografía existente pone de manifiesto que de un 20-50% de los casos de GBS, tienen su origen en una infección previa por *Campylobacter* spp. y la incidencia de GBS en la población oscila del 0,6 al 1,9% (EFSA, 2010). En un estudio realizado en Nueva Zelanda (Baker et al., 2012) donde se analizaron los casos de campilobacteriosis y de GBS en el periodo 1988-2010, se comprobó que las hospitalizaciones por GBS estaban correlacionadas con las notificaciones de campilobacteriosis. En los pacientes hospitalizados por campilobacteriosis, el riesgo de ser hospitalizado de nuevo por el síndrome de GBS en los siguientes 30 días se incrementaba notablemente. En este trabajo se comprobó que tras las intervenciones dirigidas a disminuir la contaminación de la carne de pollo con *Campylobacter* spp., las notificaciones de casos de campilobacteriosis habían disminuido en un 52% y las hospitalizaciones por GBS en un 13%. Por ello se considera que las medidas de control para reducir la campilobacteriosis tienen un efecto adicional en la disminución de casos de GBS.

También se ha puesto de manifiesto que un 9% de los afectados por un cuadro de enteritis desarrollan con posterioridad a la infección un síndrome de colon irritable (IBS). En Holanda, con unos 80.000 casos de campilobacteriosis por año, el coste de las secuelas excluyendo el síndrome IBS, se estiman en 21 millones de euros por año. En Bélgica con 55.000 casos el coste asciende a 27 millones (EFSA, 2010).

El informe de EFSA (2006) señala que una proporción relativamente elevada de cepas de *Campylobacter* spp. procedentes de animales y de alimentos resultaron ser resistentes a los antibióticos que se utilizan habitualmente en el tratamiento de enfermedades humanas. Esto es así, especialmente, en el caso de la resistencia a las fluoroquinolonas que presentan las cepas de *Campylobacter* spp. procedentes de aves de corral, de las cuales hasta un 94% fueron resistentes al ciprofloxacino.

A pesar del papel de *Campylobacter* spp. como responsable de infecciones humanas, todavía existen incertidumbres acerca de los mecanismos biológicos de su actividad patógena (Haddad, 2010) (Silva et al., 2012). No obstante, se sabe que los distintos aislados de *C. jejuni* son extraordinariamente diversos, fenotípicamente y genéticamente, lo que condiciona las características de sus factores potenciales de virulencia. Posiblemente dichas diferencias radiquen en la plasticidad de su genoma, derivado de la observación de que el orden, localización y presencia de genes es diferente en los distintos aislados evaluados (Parkhill et al., 2000) (Fouts et al., 2005) (ELIKA, 2006) (Hofreuter et al., 2006).

Entre los factores de virulencia asociados a *Campylobacter* spp. parece que los flagelos polares juegan un papel activo en su movilidad por el tracto intestinal, adherencia, invasión de las células epiteliales humanas, e inmunidad. Otro de los mecanismos de virulencia puede ser la producción de toxinas, enterotoxinas y citotoxinas, de las que se reconocen hasta seis y de las que solamente el gen responsable de la síntesis de una de ellas (*cdt*) se ha localizado en su genoma. También se conoce que *Campylobacter* spp. invade las células epiteliales humanas mediante fenómenos de adhesión e invasión celular lo que origina lesiones celulares, pérdida de funcionalidad y diarrea (Hernández, 2010). Asimismo, como ocurre con otras bacterias Gram negativas, el lípido A de los lipopolisacáridos (LPS) de la pared celular de *C. jejuni* posee actividad endotóxica por lo que una infección sistémica puede originar sepsis y shock, presumiblemente por la liberación de LPS. *C. jejuni* manifiesta una estructura antigénica diversa derivada de sus componentes lipopolisacáridos (LPS) o lipooligosacáridos (LOS). El interés en el papel de los LPS/LOS en la patogenicidad de *C. jejuni* resulta del reconocimiento de que dichas estructuras manifiestan homología con la de los gangliósidos neuronales, lo que puede contribuir al desarrollo del síndrome de Guillain-Barré (Duim et al., 2000). *C. jejuni* posee, asimismo, dos plásmidos (pVir y pTet) posiblemente implicados en su virulencia.

La distribución por edad de las infecciones por *Campylobacter* spp. es similar a otros patógenos entéricos humanos (EFSA, 2007). En países industrializados, se han detectado dos picos de actividad: en niños <4 años de edad y en jóvenes con edades comprendidas entre 15 y 24 años (Figura 3). Existe una evidencia cada vez mayor de que la inmunidad adquirida como consecuencia de exposiciones sucesivas a *Campylobacter* spp., podría ejercer un importante papel en la protección frente a la enfermedad (Cawthraw et al., 2000).

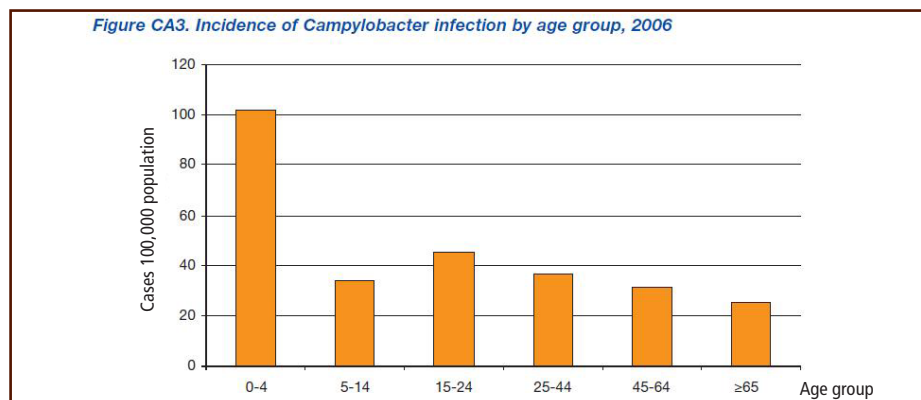


Figura 3. Incidencia en la Unión Europea de la campilobacteriosis humana en función del grupo de edad considerado (año 2006). **Fuente:** (EFSA, 2007).

Las especies del género *Campylobacter* son sensibles al pH bajo y, por ello, las condiciones del tracto gastrointestinal deberían ser suficientes para eliminar o reducir a la mayoría de cepas de *C. jejuni* que lo atraviesan (Allos, 2001). Sin embargo, resulta paradójico que dosis infectivas inferiores a 1.000 células de *C. jejuni* sean capaces de iniciar la enfermedad (Haddad et al., 2010).

El último informe de EFSA (2012) sobre zoonosis, agentes zoonóticos y brotes de toxiinfecciones alimentarias registrados en 2010 muestra que *Campylobacter* spp. sigue siendo el patógeno de transmisión alimentaria responsable del mayor número de casos (212.064) (Figura 4).

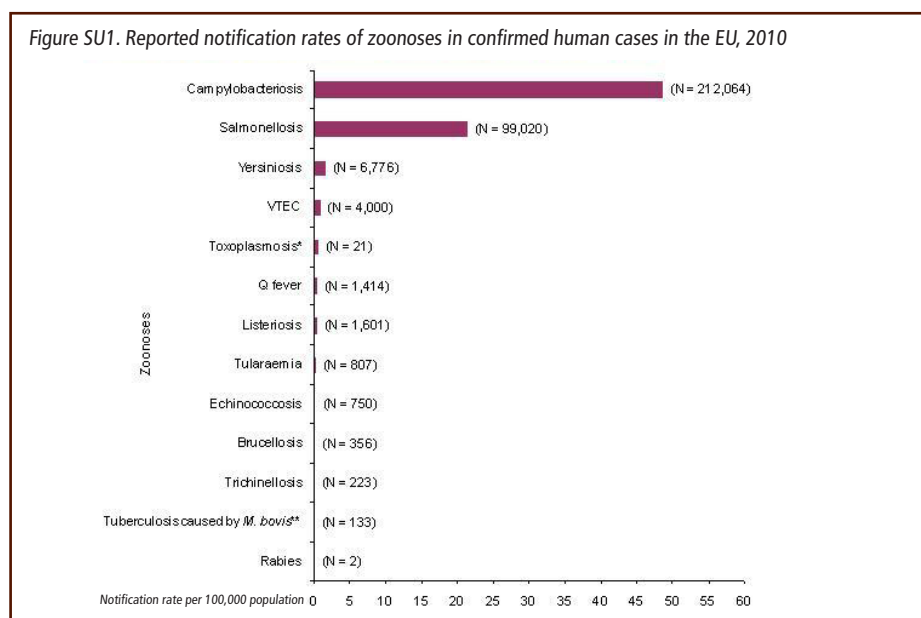


Figura 4. Notificaciones de casos humanos producidos por distintos agentes zoonóticos en la Unión Europea (2010). **Fuente:** (EFSA, 2012).

En la Unión Europea, el número de casos confirmados de campilobacteriosis humana aumentó en un 6,7% en 2010 respecto de 2009. En España se confirmaron 6.340 casos (Figura 5).

Figura 5. Número de casos de campilobacteriosis humana notificados por los distintos Estados miembros de la Unión Europea (año 2010). **Fuente:** (EFSA, 2012)

Reported campylobacteriosis cases in humans 2006-2010 and notification rates for 2010								
		2010			2009	2008	2007	2006
Country	Report type ¹	Cases	Confirmed	Confirmed cases/100,000	Confirmed cases			
Austria	C	4,405	4,405	52.60	1,516	4,280	5,822	5,020
Belgium	C	3,031	3,031	27.96	5,697	5,111	5,895	5,771
Bulgaria	A	6	6	0.8	26	19	38	75
Cyprus	C	55	55	6.85	37	23	17	2
Czech Republic	C	21,164	21,075	200.58	20,259	20,067	24,137	22,571
Denmark	C	4,037	4,037	72.94	3,353	3,470	3,868	3,239
Estonia	C	197	197	14.70	170	154	114	124
Finland	C	3,944	3,944	73.70	4,050	4,453	4,107	3,439
France	C	4,324	4,324	6.68	3,956	3,424	3,058	2,675
Germany	C	65,713	65,110	79.59	62,787	64,731	66,107	52,035
Greece	⁻⁴	-	-	-	-	-	-	-
Hungary	C	7,201	7,201	71.91	6,579	5,516	5,809	6,807
Ireland	C	1,662	1,660	37.15	1,810	1,752	1,885	1,812
Italy	C	457	457	0.76	531	265	676	801
Latvia	C	1	1	0.04	0	0	0	0
Lithuania	C	1,095	1,095	32.89	812	762	564	624
Luxembourg	C	600	600	119.51	523	439	345	285
Malta	C	204	204	49.40	132	77	91	54
Netherlands ²	C	4,322	3,983	46.21	3,739	3,341	3,289	3,186
Poland	C	375	367	0.96	359	270	192	157
Portugal	⁻⁴	-	-	-	-	-	-	-
Romania	C	179	175	0.82	254	2	-	-
Slovakia	C	4,578	4,476	82.51	3,813	3,064	3,380	2,718
Slovenia	C	1,022	1,022	49.93	952	898	1,127	944
Spain ³	C	6,340	6,340	55.14	5,106	5,160	5,331	5,889
Sweden	C	8,001	8,001	85.66	7,178	7,692	7,106	6,078
United Kingdom	C	70,298	70,298	113.37	65,043	55,609	57,849	52,134
EU Total		213,211	212,064	48.56	198,682	190,579	200,807	176,440
Iceland	C	55	55	17.32	74	98	93	117
Liechtenstein	-	-	-	-	-	2	0	10
Norway	C	2,682	2,682	55.21	2,848	2,875	2,836	2,588
Switzerland ⁵	C	6,604	6,604	85.05	7,795	7,552	5,834	5,240

¹A: aggregated data report; C: case-based report; no report.

²Sentinel system; notification rates calculated on estimated coverage of 52%.

³Surveillance system; notification rates calculated on estimated coverage of 25%.

⁴No surveillance system exists.

⁵Switzerland provided data directly to EFSA.

En la UE, la tasa de notificación pasó de 45,6 casos por 100.000 habitantes en 2009 a 48,6 en 2010 (Figura 6).

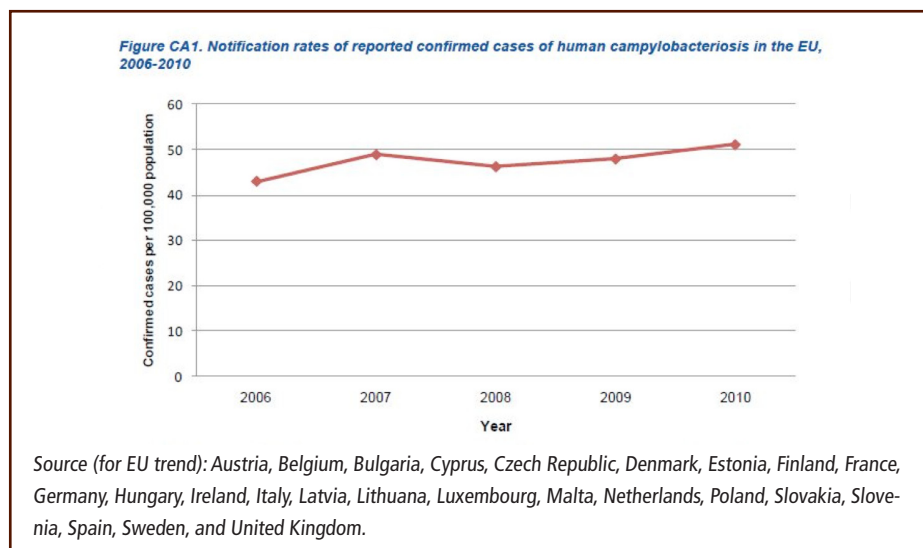


Figura 6. Tasas de notificación correspondientes a la campilobacteriosis humana en la Unión Europea (años 2006-2010). **Fuente:** (EFSA, 2012).

El número de muertes confirmadas atribuidas a este patógeno fue de 266. Como en años anteriores, en los niños menores de 5 años se registró la mayor tasa de notificación (126,8 por 100.000 habitantes). En general, las tasas de notificación se incrementaron en todos los grupos de población, aunque la mortalidad fue relativamente baja (0,22%). Es importante señalar que la notificación de casos de campilobacteriosis es voluntaria en algunos países, entre los que se incluye España (Figura 7). Por ello, se estima que en Europa se producirían, cada año, entre 2 y 20 millones de casos clínicos de campilobacteriosis en el hombre (EFSA, 2010, 2011).

Figura 7. Registro de notificaciones en la Unión Europea de la presencia de *Campylobacter* spp. en el hombre, animales y alimentos. **Fuente:** (EFSA, 2012)

Notification on <i>Campylobacter</i> in humans (V=Voluntary, O=Other), animals and food, 2010			
Country	Notifiable in humans since	Notifiable in animals since	Notifiable in food since
Austria	1947	no	1975
Belgium	2000 V	1998	2004
Bulgaria	yes	-	-
Cyprus	2005	-	-
Czech Republic	yes	no	yes
Denmark	1979	no	no
Estonia	1988	2000	yes ¹
Finland	1995	2004 ²	no ³
France	2002 V	-	-
Germany	no	yes ⁴	yes
Greece	-	no	no
Hungary	1998	no	no
Ireland	2004	1992	no
Italy	1990 V	no	1962
Latvia	1999	yes	2004
Lithuania	1990	>30 years	-
Luxembourg	yes	no	-
Malta	yes	-	-
Netherlands	yes V	yes	yes
Poland	2004	-	-
Portugal	no	no	-
Romania	yes	no	-
Slovakia	1980's	no	2000
Slovenia	1987	no	2003
Spain	1989 V	1994	1994
Sweden	1989	no	no
United Kingdom	no O	no	no
Iceland	yes	-	-
Liechtenstein	yes	-	-
Norway	1991	yes ⁵	yes ⁵
Switzerland	yes	1966	no

¹In Estonia, only *C. jejuni*.

²In Finland, *Campylobacter* notifiable in *Gallus gallus* only.

³In Finland, food business operator has to notify to the competent authority, but there is no central notification system.

⁴In Germany, *Campylobacter* is notifiable in cattle (veneric infection).

⁵In Norway, only positive samples from *Gallus gallus* detected in the national control programme.

De acuerdo al informe de EFSA (2012), las especies de *Campylobacter* que se identificaron en 2010 fueron *C. jejuni* (35,7%), *C. coli* (2,3%), *C. lari* (0,22%) y *C. upsaliensis* (0,006%). En el año 2010, el 51,8% de los 212.063 casos atribuidos a *Campylobacter* spp. no se caracterizaron a nivel de especie.

La incidencia de brotes asociados al contacto directo bien con animales portadores, o mediante la ingestión de alimentos o aguas contaminadas no se conoce con precisión. No obstante, el informe de EFSA (2012) registra un total de 470 brotes, de los que sólo en 27 existe una fuerte evidencia de los alimentos implicados (Figura 8).

Figura 8. Brotes de campilobacteriosis humana en la Unión Europea (año 2010). **Fuente:** (EFSA, 2012)

Strong and weak evidence food-borne outbreaks caused by *Campylobacter* (excluding strong evidence waterborne outbreaks), 2010

Country	Total Outbreaks		Strong evidence outbreaks				Weak evidence outbreaks			
	Reporting rate		Human cases				Human cases			
	N	per 100,000	N	Cases	Hospitalised	Deaths	N	Cases	Hospitalised	Deaths
Austria	82	0.98					82	185	27	0
Belgium	2	0.02					2	4	0	0
Czech Republic	3	0.03					3	26	0	0
Denmark	3	0.09	2	46	1	0	1	2	1	0
Estonia	6	0.45					6	13	0	0
Finland	3	0.06	1	3	0	0	2	10	4	0
France	20	0.03					20	168	9	0
Germany	149	0.18	3	42	0	0	146	381	24	0
Hungary	29	0.29					29	66	11	0
Ireland	1	0.02	1	5	1	0	0	0	0	0
Italy	6	0.01					6	12		
Lithuania	1	0.03					1	2	2	0
Malta	19	4.59					19	48		0
Netherlands	17	0.10	2	24	0	0	15	43	3	0
Poland	5	0.01					5	20	4	0
Slovakia	98	1.81	2	20	1	0	96	289	28	0
Spain	2	<0.01	0	0	0	0	2	5	0	0
Sweden	6	0.06					6	25	5	0
United Kingdom	18	0.03	16	258	7	0	2	92	4	0
EU Total	470	0.10	27	398	10	0	443	1,391	122	0
Norway	5	0.10					5	18	0	0
Switzerland	1	0.01					1	3	0	0

Al contrario de lo que ocurre con otras bacterias de transmisión alimentaria, la mayoría de los casos de campilobacteriosis son esporádicos, siendo relativamente poco frecuente la aparición de brotes afectando a numerosos individuos.

Con relación a las causas desencadenantes de los brotes, en 20 (74,1%) se atribuyeron a prácticas higiénicas inadecuadas en restaurantes, cafeterías y hoteles (Figura 9). La manipulación de la carne cruda de pollo y las contaminaciones cruzadas durante la preparación de los alimentos en el ámbito doméstico o de la restauración es un punto crítico de control en la disminución de la campilobacteriosis humana (Riedel et al., 2009).

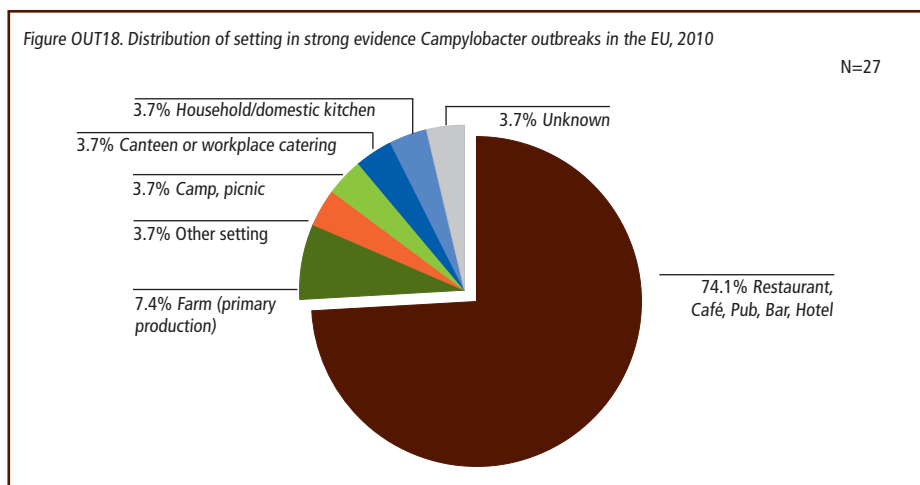


Figura 9. Establecimientos de restauración vinculados a la presentación de brotes de campilobacteriosis humana en la Unión Europea (año 2010). **Fuente:** (EFSA, 2012).

3. Evaluación de la exposición

Al evaluar la presencia de *Campylobacter* spp. en la carne de aves (pollos) conviene considerar la prevalencia del microorganismo en las explotaciones avícolas, matadero y posteriores etapas de comercialización.

La colonización del tracto intestinal de las aves con *Campylobacter* spp. depende de la eficacia de la implantación de los programas de bioseguridad en las explotaciones avícolas, ya que no existe transmisión vertical al huevo, y los pollitos nacen libres de *Campylobacter* spp. (FAO/OMS, 2001, 2002, 2003). Un estudio realizado en la Unión Europea sobre la prevalencia de *Campylobacter* spp. en heces de pollo, reveló en España un 82,2% de muestras positivas frente al 59,6% de 2009 (Figura 10).

Figura 10. Niveles de prevalencia de *Campylobacter* spp. en pollos en la Unión Europea (años 2008-2010).**Fuente:** (EFSA, 2012)***Campylobacter* in broilers, 2008-2010**

Country	2010		2009		2008	
	N	% pos	N	% pos	N	% pos
Broilers (animal-based data)						
Czech Republic	-	-	-	-	422	69.9
France	196	78.1	191	80.6	-	-
Hungary ²	439	66.5	713	78.0	325	54.2
Romania	51	100	104	100	-	-
Total animal-based (3 MSs in 2010)	686	72.3	1,008	80.8	747	63.1
Broilers (flock-based data)						
Austria ¹	394	46.7	326	55.5	-	-
Czech Republic ¹	134	72.4	-	-	422	61.1
Denmark ¹⁰	3,132	16.5	4,591	29.4	4,912	25.9
Estonia ¹	47	0	48	0	-	-
Finland ^{1,6}	338	1.8	-	-	-	-
Finland ^{1,7}	1,409	6.0	1,720	4.8	1,276	6.5
Germany ^{2,4}	-	-	149	15.4	345	32.2
Germany ^{2,5}	-	-	332	10.2	-	-
Lithuania	-	-	-	-	374	42.0
Poland	-	-	-	-	420	79.0
Slovenia ^{1,8}	100	88.0	157	73.2	-	-
Slovenia ^{1,9}	99	92.9	149	83.9	-	-
Spain ¹	202	82.2	198	59.6	-	-
Sweden ¹	3,357	13.2	3,219	12.0	2,398	12.4
United Kingdom ¹	-	-	400	77.5	-	-
Total flock-based (8 MSs in 2010)	9,212	18.2	11,289	24.1	10,147	24.7
Norway ^{2,3}	2,170	5.1	1,924	6.1	4,675	4.1
Switzerland	400	33.0	442	44.3	-	-

Note: Data are presented only for sample sizes ≥ 25 . Clinical investigations not included.

¹Slaughter batch-based data.

²At farm, Germany (2009). Hungary (2009) and Norway (2008-2010). For Norway (2008-2010), flocks sampled maximum four days before slaughter.

³Data from Norway 2009 and 2010 cover only the peak season, 1 May to 31 October.

⁴In Germany, surveillance in 2009.

⁵In Germany, monitoring in 2009.

⁶In Finland, sampling in January-May and November-December in 2010.

⁷In Finland, sampling between June and October in 2010.

⁸In Slovenia, caecum samples in 2010.

⁹In Slovenia, neck skin samples in 2010.

¹⁰Data from Denmark in 2010 are not comparable with previous years owing to a change in sampling strategy from cloacal swabs at slaughter to boot swabs 7-10 days prior to slaughter.

En Suecia, la práctica totalidad de las aves se someten en el matadero a un control analítico de detección de *Campylobacter* spp. En un estudio realizado de julio de 2001 a junio de 2002, se encontró un 17% de muestras positivas tomadas de cloaca. Asimismo se puso de manifiesto que un 8% de muestras negativas en cloaca, resultaron positivas en los análisis de la piel, lo que demuestra contaminación a partir de los operarios y equipos de procesado. En este mismo estudio, los aislados obtenidos después del enfriamiento se compararon mediante análisis del perfil de restricción del ADN. Los aislamientos procedentes de las canales se compararon también con los procedentes de la cloaca y de la piel del cuello. Los resultados de este trabajo pusieron de manifiesto que 1/3 de las canales positivas albergaban más de un genotipo. Estos resultados son coincidentes con los de otros autores, que manifiestan que todas las canales se contaminan con el genotipo predominante durante la carnización de grupos de aves positivas a *Campylobacter* spp. (Lindmark et al., 2006).

Los estudios realizados sobre la colonización del tracto intestinal de las aves (EFSA, 2010) revelan que esta comienza a partir de los diez días tras el nacimiento, por lo que la edad se ha identificado como un factor de riesgo. La protección inicial se cree que es debida a la presencia de anticuerpos maternos protectores (Wassenar, 2011). Una vez que *Campylobacter* spp. coloniza a las primeras aves a partir del agua de bebida, roedores, insectos, operarios, etc., se extiende rápidamente a toda la manada que se vuelve positiva en menos de una semana. Son muchos los estudios que muestran la presencia de *Campylobacter* spp. en el interior de los diferentes protozoos presentes en el agua de bebida de las aves (Snelling et al., 2008). La mayor resistencia de los protozoos a la acción de los agentes utilizados en la desinfección del agua, incrementaría la capacidad de *Campylobacter* spp. para colonizar a las aves. Asimismo, la colonización es mayor en verano, lo que se atribuye a la temperatura y al incremento en el número de moscas que pueden actuar como vectores de transmisión. Por otra parte, en verano la ventilación y el consumo de agua aumentan debido a las elevadas temperaturas. Otra práctica de manejo que incrementa la colonización del tracto intestinal de las aves, es la relacionada con la disminución de la densidad de aves en las manadas que supone un estrés para estas, requiere tiempo, personal y equipos que actúan como fuente de transferencia del microorganismo a las aves. El personal que trabaja en las granjas y otros operarios que visitan la explotación pueden actuar también como fuentes de contaminación.

Las aves que son positivas a *Campylobacter* spp. eliminan con las heces concentraciones comprendidas entre 10^5 y 10^6 ufc/g (Lindmark et al., 2006). La concentración en el contenido cecal es normalmente elevada, pudiéndose alcanzar niveles de 10^{10} ufc/g en las aves de pocas semanas. Estos niveles tan elevados de excreción determinan la facilidad con la que toda la manada de aves se torna positiva a *Campylobacter* spp. y asegura la fácil dispersión del microorganismo a los materiales y equipos con los que contactan las aves no solo en la granja sino también durante el transporte y sacrificio en el matadero. En el matadero, las canales se pueden contaminar en distintas fases de la cadena de procesado sobre todo en las operaciones de escaldado-desplumado, evisceración y tanques de enfriamiento.

En la Figura 11 se recogen los datos de presencia de *Campylobacter* spp. en muestras de carne de pollo tomadas en matadero, plantas de procesado y comercio minorista. En 2010, 16 países de la Unión Europea remitieron datos a la Comisión, y la proporción de muestras positivas fue del 29,6% (con una

prevalencia que varió del 3,1 al 90,0%). En el caso de España, el porcentaje de muestras positivas tomadas en matadero fue del 44,6%, en plantas de procesado ascendió al 74,7% y en comercio minorista resultó ser de un 25,4%. En relación con la presencia de *Campylobacter* spp. en carne de otras aves diferentes del pollo, la incidencia de muestras positivas que remitió España fue del 23,9%, sin especificar a qué especies correspondían.

Figura 11. Presencia de *Campylobacter* spp. en carne de pollo (años 2008-2010). **Fuente:** (EFSA, 2012)***Campylobacter in fresh broiler meat, 2008-2010***

Sampling level in fresh frozen meat, 2008-2010								
Country	Sample unit	Sample weight	2010		2009		2008	
			N	% pos	N	% pos	N	% pos
At slaughter								
Belgium	Single	1 g	388	37.9	261	32.2	185	33.0
Denmark	Single	10 g/15 g	1,177	10.4	986	12.4	484	14.7
Estonia	Batch	1 g	47	8.5	48	6.3	-	-
Hungary	Single	25 g	170	54.1	-	-	-	-
Greece	Single	25 g	-	-	47	70.2	-	-
Ireland ⁴	Single	Various	202	63.4	273	59.3	-	-
Italy	Batch	Not indicated	30	26.7	-	-	-	-
Poland	Single	400 cm ²	451	58.8	-	-	-	-
Romania ⁷	Batch	1 g	225	40.4	266	34.2	-	-
Spain	Single	25 g	139	44.6	72	95.8	420	86.2
At processing plants								
Austria	Single	25 g	30	90.0	-	-	-	-
Belgium ¹	Batch	1 g	358	8.9	1,007	9.0	523	7.3
Germany	Single	25 g	107	47.7	45	35.6	78	33.3
Hungary	Single	25 g	77	29.9	291	26.8	-	-
Poland ⁶	Single	10 g	118	89.0	-	-	-	-
Portugal	Single	25 g	108	19.4	-	-	-	-
Slovenia ⁸	Single	1 g	100	79.0	101	67.3	-	-
Spain	Single	25 g	178	74.7	99	70.7	50	58.0
At retail								
Austria	Single	25 g	324	3.1	37	24.3	138	8.0
Belgium	Batch	1 g	439	12.1	199	12.1	-	-
Czech Republic	Single	25 g/27 g	-	-	120	75.0	-	-
Denmark ²	Single	10 g/15 g	767	46.2	702	32.5	1,057	36.6
France	Single	1 g	-	-	120	90.0	-	-
	Single ⁹	1 g	-	-	241	69.3	-	-
Germany ³	Single ¹⁰	25 g	681	28.5	633	28.6	887	36.4
	Single ¹¹	10 g	-	-	413	47.0	-	-
Hungary	Single	25 g	30	43.3	64	17.2	-	-
Latvia ⁵	Single	25 g	50	10.0	-	-	205	9.8
Luxembourg	Single	10 g	68	58.8	84	79.8	122	49.2
Netherlands	Single	25 g	1,023	9.9	657	10.8	1,421	14.1
Slovenia	Single	25 g	-	-	106	78.3	315	74.6
Spain	Single	25 g	126	25.4	273	49.5	165	13.3
Sampling level not stated								
Italy	Batch	Not indicated	-	-	59	16.9	66	3.0
	Single	Not indicated	-	-	108	0	26	7.7
Total (16MSs in 2010)			7,413	29.6	7,312	31.0	6,142	30.1

4. Caracterización del riesgo y medidas de control

De acuerdo a los informes de ELIKA (2006), EFSA (2008a), EFSA (2010), EFSA (2011), EFSA (2012), FSA (2010) y de Vose Consulting (2011), existe una relación directa entre la prevalencia de *Campylobacter* spp. en las canales de pollo y la enfermedad en el hombre.

La reducción de las infecciones humanas por *Campylobacter* spp. puede lograrse mediante un mayor control de las operaciones de cría, transporte, sacrificio en el matadero, procesado y comercialización de las canales de aves para consumo humano (Ross y Sumner, 2002) (Rosenquist et al., 2003) (Sears et al., 2011) (Wassenaar, 2011) (Silva et al., 2012). Los informes de ELIKA (2006) y EFSA (2011) recomiendan las siguientes medidas de control:

Programas de bioseguridad en explotaciones avícolas

Los programas de bioseguridad en explotaciones avícolas deben contemplar:

- Formación de los trabajadores de la explotación en la importancia de minimizar la transmisión de *Campylobacter* spp. y otros patógenos a través del calzado, ropa, manos, etc. Por ello, se deberá disponer de calzado y ropa de uso exclusivo en la explotación, además de adecuadas instalaciones para la higiene personal.
- Control del personal ajeno a la explotación que pueda acceder a ella. Empleo de protectores de calzado y ropa desechables.
- Desinfección de vehículos que puedan acceder a la explotación.
- Incorporación de programas adecuados de limpieza, desinfección, desinsectación y desratización.
- La instalación de mosquiteras en las ventanas evita el acceso de insectos a las naves y disminuye esta vía de transmisión sobre todo en verano cuando se elevan los niveles de animales positivos. En la producción primaria, el empleo de mosquiteras reduciría el riesgo de la campilobacteriosis en el hombre entre un 50-90%.
- Evitar la utilización de agua procedente de pozos sin tratar, o insuficientemente tratada ya que se incrementa el nivel de positividad de la manada a *Campylobacter* spp. Es necesaria la higienización del agua mediante cloración, ozonización, radiación ultravioleta, etc. En ocasiones se ha puesto de manifiesto la presencia de *Campylobacter* spp. en el interior de protozoos del agua o del suelo, lo que incrementa su resistencia a la acción del cloro.
- *Campylobacter* spp. al igual que otros patógenos emergentes zoonóticos, se encuentra en reservorios animales por lo que la disminución de su presencia podría realizarse mediante la incorporación a los piensos de probióticos, prebióticos, bacteriófagos, péptidos antimicrobianos o bacteriocinas (Loc Carrilo et al., 2005) (Stern et al., 2006) y aditivos (ácido caprílico, sorbato potásico, ácido propiónico, etc.). La administración de bacteriocinas o bacteriófagos a los pollos dos o tres días antes del sacrificio reduce la colonización intestinal de las aves con *Campylobacter* spp. en tres unidades $\log_{10}$. Una reducción de tres unidades $\log_{10}$ en el intestino de las aves que van a sacrificarse, disminuiría el riesgo para el hombre en un 90%.
- Reducir la práctica de disminución de la densidad de aves en las naves disminuiría el riesgo de colonización de estas con *Campylobacter* spp. y reduciría el riesgo para el hombre en un 25%.
- La reducción de la edad de sacrificio también se ha identificado como un factor de riesgo. La pre-

valencia de manadas positivas está directamente relacionada con la edad de sacrificio. Se podría lograr hasta un 50% de reducción del riesgo, disminuyendo la edad de sacrificio a un máximo de 28 días. En Suecia, donde el sacrificio de las aves se realiza entre los 33-35 días, se ha comprobado que cuando se eleva la edad a los 42-44 días, se duplica el número de aves positivas y si se efectúa entre los 48-61 días, se multiplica por cuatro. Un estudio de EFSA de 2010 muestra que el riesgo de colonización de las aves con *Campylobacter* spp. se dobla cada diez días que aumenta su edad (EFSA, 2010).

- Desarrollo de programas de selección genética. El objetivo es disponer de reproductores resistentes a la colonización por *Campylobacter* spp.
- Utilización de técnicas microbiológicas rápidas para identificar manadas de aves positivas antes del sacrificio en el matadero y poder realizar este al final de la jornada (Krause et al., 2006).

En la Figura 12, se resumen las estrategias de control al nivel de las explotaciones animales.

Figura 12. Medidas de control en producción primaria para reducir la campilobacteriosis humana. **Fuente:** (EFSA, 2011)

Overall summary of effects of interventions

	Efficacy for <i>Campylobacter</i> reduction at the point of application	Modelled	References
Hygiene/biosecurity	At 21 days: from 20.0% to 7.7% between-flock prevalence (BFP)	Yes	Gibbens et al., 2001
	At 28 days: from 32.0% to 12.0% BFP		
	At 35 days: from 44.0% to 30.8% BFP		
	At 42 days: from 70.8% to 38.5% BFP		
	Implemented in model as the beta coefficient that corresponds to a bazard ratio of 0.40, (0.15, 1.09) $p = 0.06$		
Fly screens	At 21 days: from 11.4% to 5.8% BFP	Yes	Hald et al., 2007
	At 28 days: from 28.6 to 5.8% BFP		
	At 35 dats: from 45.5% to 7.7% BFP		
	Implemented in model as a slaughter age-weighted k-factor or 0.47 (21 days of slaughter age) 0.15 (28 days of slaughter age) and 0.10 (35 days of slaughter age)		
Discontinued thinning	BFP estimate OR = 1.74, implemented in model as regression coefficient (0.5521)	Yes	EFSA, 2010a
Slaughter age	BFP estimate OR = 1.98 per 10 days increase, implemented in model as regression coefficient (0.06742)	Yes	EFSA, 2010a
Vaccination	2 $\log_{10}$ reduction in caecal contents	No	de Zoete et al., 2007
Bacteriocins	5.1-5.9 $\log_{10}$ reduction in caecal contents	No	Svetoch et al., 2008
Bacteriophages	3 $\log_{10}$ reduction in caecal contents	No	Wagenaar et al., 2005
Drinking water treatment with organic acids	0.5-2 $\log_{10}$ reduction in caecal contents	No	Chaveerach et al., 2004
Feed additives	No effect to complete inhibition	No	Hilmarsson et al., 2006 Solis de los Santos et al., 2010 Skanseng et al., 2010

Transporte animal

El cumplimiento de las normas de bienestar animal en el transporte contribuye a disminuir el número de animales colonizados con *Campylobacter* spp. Es necesario minimizar el estrés que sufren los animales, reducir el tiempo y las distancias al lugar de sacrificio. Asimismo, es fundamental la aplicación de programas de limpieza y desinfección estrictos de las jaulas y vehículos de transporte (Figura 13).

Matadero

En el matadero, la implantación adecuada del sistema APPCC es determinante para reducir el número de *Campylobacter* spp. en las canales. Es importante minimizar las contaminaciones cruzadas a partir

de los equipos de procesado, útiles empleados en la carnización, operarios, etc. Especial control requieren las desplumadoras y los tanques de enfriamiento (Figura 13).

Los sacrificios programados permiten identificar las manadas de aves positivas a *Campylobacter* spp. antes del sacrificio, de forma que puedan adoptarse métodos de control.

De acuerdo a los resultados procedentes de diversos estudios de análisis de riesgo, las medidas de control más efectivas para disminuir el riesgo de la campilobacteriosis en el hombre consistirían en la aplicación de técnicas de descontaminación o higienización de las canales tras el sacrificio en el matadero. Tras el sacrificio, se puede conseguir un 100% de reducción mediante la aplicación de la irradiación o del tratamiento térmico, siempre que se evite la recontaminación. Los lavados de la canal con agua caliente, ácido láctico, clorito sódico ácido o fosfato trisódico permiten reducciones en el riesgo comprendidas entre 50-90%. El simple lavado con agua caliente (80 °C durante 20 segundos) consigue reducciones en el riesgo entre un 50-90%.

La reducción de los recuentos de *Campylobacter* spp. en las canales en una unidad $\log_{10}$, disminuiría el riesgo entre un 40-90%. La reducción de más de dos unidades $\log_{10}$, aminoraría el riesgo para el hombre en más de un 90%.

En algunos países como Dinamarca, las canales negativas se comercializan frescas y la que son positivas se congelan. La congelación disminuyen el número de microorganismos viables, pero algunos pueden sobrevivir. No obstante, la demanda de carne fresca es muy superior a la de congelada. Más de un 90% de reducción se puede lograr con la congelación de las canales por un periodo de 2-3 semanas y de un 50-90% por periodos de 2-3 días.

Con relación al establecimiento de criterios microbiológicos, se considera que podrían conseguirse reducciones >50% o al 90% si la carne de ave que se vende fresca tuviera niveles máximos de 1.000 o 500 ufc por gramo o cm^2 en la piel del cuello y pechuga.

El Reglamento (CE) N° 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004 por el que se establecen normas específicas de higiene de los productos de origen animal (UE, 2004), establece en su artículo 3.2 que los operadores de empresa alimentaria no utilizarán para eliminar la contaminación de superficie de productos de origen animal ninguna sustancia distinta del agua potable o, cuando el Reglamento (CE) N° 852/2004 o el 853/2004 autorice su uso, distinta del agua limpia, a menos que el uso de dicha sustancia haya sido autorizado con arreglo al procedimiento previsto en el apartado 2 del artículo 12.

El artículo 13 del Reglamento (CE) N° 853/2004 también establece que la Comisión consultará a la Autoridad de Seguridad Alimentaria sobre cualquier cuestión que pueda tener repercusiones sanitarias importantes. En este sentido, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, ha considerado en varios informes que el tratamiento de las canales de pollo con soluciones de fosfato trisódico, bicloruro sódico, dióxido de cloro o peroxiacido, no supone ningún riesgo para el consumidor. Asimismo, recomendaba que se aplicase preferiblemente con spray en lugar de con tratamientos de inmersión (EFSA, 2005, 2008b). Sin embargo, el Consejo de la Unión Europea ha rechazado la utilización de sustancias antimicrobianas para eliminar la contaminación microbiana de las canales de aves de corral en espera de disponer de información científica adicional que permita una determinación del riesgo más exhaustiva en relación con la posibilidad de que la aprobación de estas sustancias dé lugar a un aumento de la resistencia a antimicrobianos que afecte a los seres humanos, por lo que actualmente no existen

sustancias descontaminantes autorizadas en la Unión Europea (UE, 2009). Otras alternativas serían la irradiación, altas presiones, pulsos eléctricos, etc. (Liu et al., 2012).

Figura 13. Medidas de control en el transporte y sacrificio en el matadero para reducir la campilobacteriosis humana. **Fuente:** (EFSA, 2011)

	Efficacy for <i>Campylobacter</i> reduction at the point of application	Modelled	References
Interventions during transport and before slaughter			
Feed withdrawal	Various results and various outcomes	No	
Crate treatment	7.5 log ₁₀ per crate compartment; 5.5 log per crate surface, 40-60% reduction of crate positivity	No	Berrang et al., 2004a Allen et al., 2008a Slader et al., 2002
Interventions at slaughter			
Prevention of leakage of intestinal contents	0.9 log ₁₀ CFU reduction on carcass	No	Boysen and Rosenquist, 2009
Detection/re-processing of highly (faecally) contaminated carcasses	1.75 log ₁₀ CFU on carcass	No	Kemp et al., 2001
Cloacal plugging	0.53-1.7 log ₁₀ CFU reduction	No	Musgrove et al., 1997 Berrang et al., 2001 Buhr et al., 2003
Scheduled slaughter (positive batches are scheduled to a risk reducing procedure such as freezing or heat treatment)	Depends on risk reducing procedure	Yes (not directly in model, but included by using baseline results and assuming a 100% effective treatment on scheduled batches	Hofshagen et al., 2008 EFSA, 2010a
Logistic slaughter (the slaughter of negative batches before the positive)	Very little effect	No	Havelaar et al., 2007
Interventions post slaughter			
Chemical decontamination of carcasses			
Lactic acid (2%)	0.47 log ₁₀ reduction (through inside-outside bird washer (IOBW))	Yes	Bolder, 2007
	0.74 log ₁₀ reduction (inoculated skin)		Riedel et al., 2009
Acidified sodium chlorite (1,200 mg/l)	1.26-1.75 log ₁₀ reduction (sprayed after IOBW)	Yes	Bashor et al., 2004
	1.75 log ₁₀ reduction (sprayed after IOBW)		Kemp et al., 2001
	0.5 log ₁₀ cycles (in IOBW)		Bolder, 2007
	0.5-1 log ₁₀ when sprayed at 1,000 ppm		Corry et al., 2008
Chlorine dioxide (50-100 mg/l)	0.49 log ₁₀ reduction (4.25 ppm in IOBW)	No	Bolder, 2007
	0.99-1.21 log ₁₀ reduction (50 or 100 ppm, dip-inoculated)		Hong et al., 2008

Figura 13. Medidas de control en el transporte y sacrificio en el matadero para reducir la campilobacteriosis humana. **Fuente:** (EFSA, 2011)

	Efficacy for <i>Campylobacter</i> reduction at the point of application	Modelled	References
Chemical decontamination of carcasses			
Trisodium phosphate (10-12%, pH 12)	1.03 log ₁₀ reduction (spray)	Yes	Bashor et al., 2004
	1.2 log ₁₀ reduction (dipping at 50 °C)		Slavik et al., 1994
	No effect of dipping at 20 °C		Whyte et al., 2001b
	0.5 log ₁₀ when sprayed at 12%		Corry et al., 2008
Acidified electrolysed oxidising water (immersion)	1.07 log ₁₀ reduction	No	Kim et al., 2005
Peracetic (peroxyacetic) acid	43% reduction of positive carcasses	No	Bauermeister et al., 2008a
Physical decontamination of carcasses			
Freezing for few days	0.91-1.44 log ₁₀ reduction	Yes	Sandberg et al., 2005 Georgsson et al., 2006a Rosenquist et al., 2006
Freezing for 3 weeks	1.77-2.18 log ₁₀ reduction	Yes	Sandberg et al., 2005 Georgsson et al., 2006a
Hot water immersion	1.25 log ₁₀ reduction	Yes	Corry et al., 2006
Irradiation	6 log ₁₀ reduction	Yes	Farkas, 1998 or expert opinion
Cooking	6 log ₁₀ reduction	Yes	Whyte et al., 2006
Crust-freezing	0.42 log ₁₀ reduction	No	Boysen and Rosenquist, 2009
Steam	0.46 log ₁₀ reduction	No	Whyte et al., 2003
Steam ultrasound	1.3-2.51 log ₁₀ reduction	No	Boysen and Rosenquist, 2009

Las ventajas e inconvenientes de las medidas de control citadas se resumen en la Figura 14.

Figura 14. Ventajas e inconvenientes de las medidas de control aplicadas en producción primaria, transporte y sacrificio en matadero para reducir la campilobacteriosis humana. **Fuente:** (EFSA, 2011)

Advantages, disadvantages and availability of interventions			
	Advantages in addition to a possible <i>Campylobacter</i> reducing effect	Disadvantages	Availability
Interventions in primary production			
Hygiene/biosecurity	Excludes other infectious (animal) diseases as well, some of economic importance Reduces environmental contamination and indirect transmission to humans	Complex mixture of factors, difficult to define and audit Very stringent implementation needed. Farmer compliance required. Only fully applicable to indoor rearing	Immediately available, but might need modification of poultry houses General principles are well known but needs to be evaluated under local conditions. Only one intervention experiment in UK available
Fly screens	Reminds the farmers of need for hygiene Effective against seasonal peak in birds Reduces environmental contamination and indirect transmission to humans	Only fully applicable to indoor rearing Applicability depends on construction of poultry houses Needs maintenance for keeping efficiency	Rapidly available in theory Only tested in Denmark and Iceland
Discontinued thinning	Avoids stress at thinning Increased animal welfare	Interferes with current industrial practices Productivity and flexibility of industrial production will be altered	Immediately available, in theory
Reduction of slaughter age	Potentially increased animal welfare	Interferes with current industrial practices Productivity and flexibility of industrial production will be altered For the organic and traditional free range chickens, the slaughter age must not be over than 81 days	Immediately available, in theory
Vaccination	Applicable to both indoor and outdoor rearing Multiple vaccines are often applied at same time and systems for the mass application of vaccines are available	Most studies have been poorly reproducible	Vaccines are still in the development phase
Bacteriocins	Applicable to both indoor and outdoor rearing	Scale-up of bacteriocin production and purification remains to be further elaborated	Preparations have been described, and patents have been applied for

Figura 14. Ventajas e inconvenientes de las medidas de control aplicadas en producción primaria, transporte y sacrificio en matadero para reducir la campilobacteriosis humana. **Fuente:** (EFSA, 2011)

Advantages, disadvantages and availability of interventions

	Advantages in addition to a possible <i>Campylobacter</i> reducing effect	Disadvantages	Availability
		Small-scale studies from only one research groups, its reproducibility remains to be confirmed Sustainability to be confirmed and take into account the variety of <i>Campylobacter</i> species, genotypes and the species' genetic variability Safety aspects for use to be confirmed	Not yet tested on large scale
Bacteriophages	Applicable to booth indoor and outdoor rearing	Emergence of phage-resisten <i>Campylobacter</i> strains needs to be further evaluated under field conditions Multiple phage populations will be required taking into account the variety of <i>Campylobacter</i> species, genotypes and the species' genetic variability Sustainability to be confirmed	Only tested in small scale experiments
Drinking water treatment with organic acids		Biofilms on drinkers may be a challenge Low pH to control biofilm build-up could lead to welfare issues Palatability for birds	Conflicting evidence on effectiveness Not yet tested on large scale
Feed additives		In some studies a reduced growth rate was observed	Not yet tested on large scale
Interventions during transport and before slaughter			
Feed withdrawal	Current guidelines based on animal welfare considerations appear to be optimal for control of <i>Campylobacter</i> contamination as well	Inadequate available data, complex variables and confounding factors involved make it difficult to assess any beneficial effect of feed withdrawal or good hygiene practiques during transportation and holding before slaughter. Not yet tested on a large scale	Immediately available
Crate treatment	Limits spreading of faeces	Inadequate available data, complex variables and confounding factors	Not yet tested on a large scale

Figura 14. Ventajas e inconvenientes de las medidas de control aplicadas en producción primaria, transporte y sacrificio en matadero para reducir la campilobacteriosis humana. **Fuente:** (EFSA, 2011)

Advantages, disadvantages and availability of interventions			
	Advantages in addition to a possible <i>Campylobacter</i> reducing effect	Disadvantages	Availability
		involved make it difficult to assess any beneficial effect of crate treatment	
Interventions at slaughter			
Prevention of faecal leakage	Can be applied to colonized flocks	Interferes with current industrial practices using high-throughput slaughtering and processing lines Effect post-chill needs to be investigated	Equipment not commercially available
Detection/re-processing of highly faecal-contaminated carcasses	Eliminates high level contaminated carcasses	Effect on-line has not been demonstrated	Immediately available
Cloacal plugging	Can be applied to colonized flocks	Complex methodology	Equipment not commercially available
Scheduled slaughter (positive batches are scheduled to a risk reducing procedure such as freezing or heat treatment)	Reduces the number of flocks to be subjected to further treatment, if considered	Particularly effective in low prevalence countries Need of reliable and sensitive testing methods for <i>Campylobacter</i> spp.	Immediately available No internationally standardized PCR-method available
Logistic slaughter (the slaughter of negative batches before the positive)		Impractical if high between-flock prevalence Need of reliable and sensitive testing methods for <i>Campylobacter</i> spp. Testing must be done as close to slaughter as possible May also need to consider <i>Salmonella</i> carriage Not effective for public health as numbers of <i>Campylobacter</i> s on negative batches processed after positive ones are very low	Immediately available
Interventions post slaughter			
Chemical decontamination of carcasses			
All chemicals		Risk of residues and by-products Issues of waste water management	Available in the short term Currently no chemicals are approved in the EU

Figura 14. Ventajas e inconvenientes de las medidas de control aplicadas en producción primaria, transporte y sacrificio en matadero para reducir la campilobacteriosis humana. **Fuente:** (EFSA, 2011)

Advantages, disadvantages and availability of interventions			
	Advantages in addition to a possible <i>Campylobacter</i> reducing effect	Disadvantages	Availability
Lactic acid	Occurs naturally in meat No organoleptic effect when used at low concentrations, e.g. 2%	Carcass discoloration might occur at high concentrations 2% lactic acid would not significantly affect carcass colour	Available in the short term Currently not approved in the EU
Acidified sodium chlorite	Effective as a dip or spray	Unpleasant for operatives Has to be prepared on-site	Available in the short term Currently not approved in the EU
Chlorine dioxide	Better effect can be expected post-washing	Conflicting results Unstable and has to be prepared on-site Effect will depend on presence of organic substances	Available in the short term Currently not approved in the UE
Trisodium phosphate	Effective as a dip or spray	Negative environmental impact of phosphates Unpleasant for operatives	Available in the medium term Currently not approved in the EU
Acidified electrolysed oxidising water (immersion)	Could be used during water chilling	Not tested on-line or on naturally contaminated carcasses	Available in the short term Currently not approved in the EU
Peracetic (peroxyacetic) acid		Not tested on-line or on naturally contaminated carcasses	Available in the short term Currently not approved in the EU
Physical decontamination of carcasses			
All physical treatments	No residues	Energy consuming	Can be used in without specific authorisation all EU countries (except irradiation)
Freezing for few days/ 3 weeks	Proven on production scale. Effective and implemented in some countries	Thawing causes drip, which may caused cross-contamination	Available in the short term
Hot water immersion	Product still fresh	Reduced product quality (appearance affected in some studies) No on-line equipment available	Available in the medium term
Irradiation	Product still fresh Eliminates <i>Campylobacters</i> inside the muscle and liver	Not feasible for whole carcasses unless x-rays or gamma radiation from isotopes used	Available in the medium term Not authorised for use in all EU countries

Figura 14. Ventajas e inconvenientes de las medidas de control aplicadas en producción primaria, transporte y sacrificio en matadero para reducir la campilobacteriosis humana. **Fuente:** (EFSA, 2011)

Advantages, disadvantages and availability of interventions			
	Advantages in addition to a possible <i>Campylobacter</i> reducing effect	Disadvantages	Availability
Cooking	No residues	Not fresh meat anymore May only be possible to apply to a small proportion of products Variability in survival depending upon the product, the strain and the procedure for heat treatment (pan-frying, oven heating, etc) May not be popular with consumers	Immediately available, in theory
Crust-freezing	Product still fresh	Only proven on-line for breast fillets, not feasible for whole carcasses	Available in the short term
Steam	Product still fresh In-line equipment could be designed and installed easily on existing lines No issue with waste disposal	Reduced product quality (appearance affected in some studies) Slight shrinkage of skin which becomes less pronounced after storage No on-line equipment available	Available in the medium term
Steam ultrasound	No residues Product still fresh	Slightly boiled appearance of skin using proof-of-concept apparatus (highest efficacy) Product quality maintained using on-line equipment (lower efficacy)	Available in the short term

La Figura 15 recoge un resumen de los estudios de reducción de riesgo en función de las medidas de control adoptadas.

Figura 15. Resultados de la aplicación de diferentes medidas de control en la reducción de la presencia de *Campylobacter* spp. en carne de pollo. **Fuente:** (EFSA, 2011)

Examples of reported risk reductions as a consequence of reduction on Campylobacter concentrations due to the application of control options along the broiler meat processing chain

Reference of QMRA	Point of the chain	Target parameter	Effect ($\log_{10}$ reduction)	Risk reduction (% of human incidence)
Rosenquist et al., 2003			-2	97%
• generic reduction of concentration on carcasses				
Lake et al., 2007			-1	71%
• generic reduction of concentration on carcasses			-2	88%
Brynstad et al., 2008	Processing plant	$\log_{10}$ number (CFU) of <i>Campylobacter</i> on carcass	-0.2	30%
• generic reduction of concentration on carcasses				
Linqvist and Lindblad, 2008			-2	92%-97% ¹
• generic reduction of concentration on carcasses				
FAO/WHO, 2009b			-0.25	11%-82% ²
• generic reduction of concentration on carcasses				
Nauta et al., 2005b and Havelaar et al., 2007 ³	Farm	$\log_{10}$ number (CFU) of <i>Campylobacter</i> in faeces	-1/-2/-2	74.4%
Phage therapy				
Reduction of faecal leakage	Processing plant	$\log_{10}$ number (CFU) of <i>Campylobacter</i> in faeces	0/-6/- ∞	77.1%
Decontamination in the scalding tank:	Processing plant	$\log_{10}$ number (CFU) of <i>Campylobacter</i> on carcass	-0.3/-0.8/-2	12.4%
• by adding lactase			-1.03/-1.24/-1.5	18%
• by adding TSP (trisodium phosphate)				
Decontamination before chilling:	Processing plant	$\log_{10}$ number (CFU) of <i>Campylobacter</i> on carcass	-0.3/-1.3/-2	86.9%
• using lactic acid			-1.03/-1.24/-1.5	90.6%
• using TSP (trisodium phosphate)				
Other decontamination measures:	Processing plant	$\log_{10}$ number (CFU) of <i>Campylobacter</i> on carcass	-0.3/-1.3/-2	77%
• only dipping			3 ² (-0.27/-0.6/-0.83)	80%
• dipping and spraying			-0.4/-1.1/-1.7	82.8%
• crust freezing			-4.7/-10.5/-20.8	100%
• irradiation			-0.9/-1.7/-3.2	94.9%
• freezing of products				

Figura 15. Resultados de la aplicación de diferentes medidas de control en la reducción de la presencia de *Campylobacter* spp. en carne de pollo. **Fuente:** (EFSA, 2011)

Examples of reported risk reductions as a consequence of reduction on *Campylobacter* concentrations due to the application of control options along the broiler meat processing chain

Reference of QMRA	Point of the chain	Target parameter	Effect ($\log_{10}$ reduction)	Risk reduction (% of human incidence)
Gellynck et al., 2008 ³				
Phage therapy	Farm	$\log_{10}$ number (CFU) of <i>Campylobacter</i> in faeces	-1/-2/-3 (-1 on external)	53/-76%-82%
Carcass decontamination	Processing plant	$\log_{10}$ number (CFU) of <i>Campylobacter</i> on carcass	-0.4/-1.1/-1.7 -0.3/-1.3/-2 -1.1/-2.3/-3 -4.7/-10.5/-20.8	32%-61%-82% 0%-38%-72% 28%-80%-91% 99.8%-100%-100%
• crust freezing				
• lactic acid ⁴				
• electrolyzed oxidizing water ⁴				
• irradiation				

¹If fresh or frozen chicken respectively are considered.

²Depeding on the initial concentration equal to 6 log CFU and 2 log CFU respectively.

³Based on three different levels of efficacy (pesimistic, most likely, optimistic) of each measure. The outcomes are expressed as mean risk reduction values.

⁴Used to replace carcass washing.

Procesado, distribución y preparación culinaria en restauración o en el ámbito doméstico

Las industrias de procesado deben aplicar correctamente el sistema APPCC. Por otra parte, sería interesante que los productos que se comercializan crudos incorporaran una etiqueta de información al consumidor indicando o advirtiendo que aunque la carne proceda de animales que han pasado la inspección veterinaria en el matadero, puede contener patógenos lo que implica la necesidad de una manipulación higiénica correcta acompañada de un correcto tratamiento térmico. La manipulación de la carne cruda de pollo y las contaminaciones cruzadas durante la preparación de los alimentos en el ámbito doméstico o de la restauración es un punto crítico de control en la disminución de la campilobacteriosis humana. La formación y educación de los consumidores es esencial si queremos disminuir la incidencia de las enfermedades de transmisión alimentaria que tienen una etiología microbiana. Asimismo, se debe prestar atención a las mascotas, sobre todo gatos ya que son una fuente de transmisión de *Campylobacter* spp. y pueden contaminar superficies y alimentos.

Conclusiones del Comité Científico

Las estrategias para el control de *Campylobacter* spp. en la carne de pollo tienen que estar basadas en la estricta aplicación de las Buenas Prácticas Higiénicas (GHP) y del sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) por parte de los operadores de las industrias alimentarias. Entre las medidas propuestas se incluyen: 1) implantación de programas de bioseguridad en explotaciones avícolas que reduzcan la colonización de las aves, 2) minimizar las contaminaciones cruzadas en el matadero, 3) implementación de técnicas autorizadas de higienización de canales, 4) manipulación higiénica y correcto tratamiento térmico en la preparación culinaria de los alimentos previa al consumo,

y 5) formación de los consumidores como agentes activos en la prevención de las enfermedades de transmisión alimentaria.

Referencias

- Allos, B.M. (2001). *Campylobacter jejuni* infections: update on emerging issues and trends. *Clinical Infectious Disease*, 32, pp: 1201-1206.
- Baker, M.G., Kvalsving, A., Zhang, J., Lake, R., Sears, A. y Wilson, N. (2012). Declining Guillain-Barré syndrome after *Campylobacteriosis* control, New Zealand, 1988-2010. *Emerging Infectious Diseases*, 18, pp: 226-233.
- Cawthraw, S.A., Lind, L., Kaijser, B. y Newell, D.G. (2000). Antibodies directed towards *Campylobacter jejuni* antigens, in sera from poultry abattoir workers. *Clinical Experimental Immunology*, 122, pp: 55-60.
- Doyle, M.P. y Erickson, M.C. (2006). Emerging microbiological food safety issues related to meat. *Meat Science*, 74, pp: 98-112.
- Duim, B., Ang, C.W., Belkum, A., Van A. Rigter, N., Van Leeuwen, W.J., Endtz, H.P. y Wagenaar, J.A. (2000). Amplified fragment length polymorphism analysis of *Campylobacter jejuni* strains isolated from chickens and from patients with gastroenteritis or Guillain-Barré or Miller Fisher syndrome. *Applied Environmental Microbiology*, 66, pp: 3917-3923.
- EFSA (2005). European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) on a request from the Commission related to treatment of poultry carcasses with chlorine dioxide, acidified sodium chlorite, trisodium phosphate and peroxyacids. *The EFSA Journal*, 297, pp: 1-27.
- EFSA (2006). European Food Safety Authority. The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents, Antimicrobial Resistance and Foodborne Outbreaks in the European Union in 2005. *The EFSA Journal*, 94, pp: 3-288.
- EFSA (2007). European Food Safety Authority. The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents, Antimicrobial Resistance and Foodborne Outbreaks in the European Union in 2006. *The EFSA Journal*, 130, pp: 1-10.
- EFSA (2008a). European Food Safety Authority. Assessing health benefits of controlling *Campylobacter* in the food chain. *EFSA Scientific Colloquium Summary Report*, pp: 1-181. Disponible en: <http://www.efsa.europa.eu/en/sup-reporting/doc/colloquiacampylobacter.pdf> [acceso: 18-9-12].
- EFSA (2008b). European Food Safety Authority. Assessment of the possible effect of the four antimicrobial treatment substances on the emergence of antimicrobial resistance. *The EFSA Journal*, 659, pp: 1-26.
- EFSA (2010). European Food Safety Authority. Scientific Opinion on quantification of the risk posed by broiler meat to human campylobacteriosis in the EU. *The EFSA Journal*, 8 (1): 1.437, pp: 1-89.
- EFSA (2011). European Food Safety Authority. Scientific Opinion on *Campylobacter* in broiler meat production: control options and performance objectives and/or targets at different stages of the food chain. *The EFSA Journal*, 9 (4): 2.105, pp: 1-141.
- EFSA (2012). European Food Safety Authority. Scientific report of EFSA and ECDC. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2010. *The EFSA Journal*, 10 (3): 2.597, pp: 1-442.
- ELIKA (2006). Fundación Vasca de la Seguridad Alimentaria. Evaluación del riesgo por *Campylobacter jejuni* en carne de aves en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Disponible en: http://www.elika.net/es/riesgos_biológicos.asp [acceso: 18-9-12].
- FAO/OMS (2001). Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization. Joint FAO/WHO Expert Consultation on Risk Assessment of Microbiological Hazards in Foods. Hazard identification, exposure assessment and hazard characterization of *Campylobacter* spp. in broiler chickens and *Vibrio* spp in seafood. WHO Headquarters, Geneva, Switzerland, del 23 al 27 de julio.

- FAO/OMS (2002). Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization. Joint FAO/WHO Expert Consultation on Risk assessment of *Campylobacter* spp. in broiler chickens and *Vibrio* spp. in sea-food. Bangkok, Thailand, del 5 al 9 de agosto.
- FAO/OMS (2003). Food and Agriculture Organization of the United Nations. World Health Organization. Joint WHO/FAO Food Standards Programme. Discussion paper on risk management strategies for *Campylobacter* spp. in poultry. Orlando, Florida, del 27 de enero al 1 de febrero.
- Fouts, D.E., Mongondin, E.F., Mandrell, R.E., William G. Miller, Rasko, D.A., Ravel, J., Brinkac, L.M., DeBoy, R.T., Parker, C.T., Daugherty, S.C., Dodson, R.J., Durkin, A.S., Madupu, R., Sullivan, S.A., Shetty, J.U., Ayodeji, M.A., Shvartsbeyn, A., Schatz, M.C., Badger, J.H., Fraser, C.M. y Nelson, K.E. (2005). Major structural differences and novel potential virulence mechanisms from the genomes of multiple *Campylobacter* spp. *Plos Biology*, 3, pp: 1-14.
- Friedman, C., Neimann, J., Wegener, H. y Tauxe, R. (2000). Epidemiology of *Campylobacter jejuni* infections in the United States and other industrialized nations. En libro: *Campylobacter*, 2ª edición. Washington DC. Nachamkin, L. y Blaser, M.J. ASM Press.
- FSA (2010). Food Standards Agency. Citizens' forums-*Campylobacter*. Disponible en: <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/citforumcampy.pdf> [acceso: 18-9-12].
- Ganan, M., Silván, J.M., Carrascosa, A.V., y Martínez-Rodríguez, A.J. (2012). Alternative strategies to use antibiotics or chemicals products for controlling *Campylobacter* in the food chain. *Food Control*, 24, pp: 6-14.
- Haddad, N., Marce, C., Magras, C. y Cappelletti, J.M. (2010). An overview of methods used to clarify pathogenesis mechanisms of *Campylobacter jejuni*. *Journal of Food Protection*, 73, pp: 786-802.
- Hadden, R.D.M. y Gregson, N.A. (2001). Guillain-Barré syndrome and *Campylobacter jejuni* infection. *Journal of Applied Microbiology*, 90, pp: 1455-1545.
- Hernández, P.E. (2010). Bacterias patógenas emergentes transmisibles por los alimentos. En libro: *Aspectos Higiénicos de los Alimentos Microbiológicamente Seguros*. Sanz, B. Instituto de España. Real Academia de Farmacia, pp: 147-179.
- Hofreuter, D., Tsai, J., Warson, R.O., Novik, B., Altman, M., Benitez, C., Clark, C., Perbost, T., Jarvie, L., y Galán, J.E. (2006). Unique features of a highly pathogenic *Campylobacter jejuni* strain. *Infection Immunity*, 74, pp: 4694-4707.
- Humphrey, T. y Jorgensen, F. (2006). Pathogens on meat and infection in animals - Establishing a relationship using *Campylobacter* and *Salmonella* samples. *Meat Science*, 74, pp: 89-97.
- Krause, M., Josefsen, M.H., Lund, M., Jacobsen, N.R. Brorsen, L., Moos, M., Stockmarr, A. y Hoorfar, J. (2006). Comparative, collaborative, and on-site validation of a taqMan PCR method as a tool for certified production of fresh, *Campylobacter*-free chickens. *Applied and Environmental Microbiology*, 72, pp: 5463-5468.
- Lindmark, H., Diedrich, C., Andersson, L., Lindqvist, R. y Olsson Engvall, E. (2006). Distribution of *Campylobacter* genotypes on broilers during slaughter. *Journal of Food Protection*, 69, pp: 2902-2907.
- Liu, Y., Betti, M. y Gänzle, G. (2012). High pressure inactivation of *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, and spoilage microbiota on poultry meat. *Journal of Food Protection*, 75, pp: 497-503.
- Loc Carrillo, C., Atterbury, R.J., El-Shibiny, A., Connerton, P.L., Dillon, E., Scott, A. y Connerton, I.F. (2005). Bacteriophage therapy to reduce *Campylobacter jejuni* colonization of broiler chickens. *Applied and Environmental Microbiology*, 71, pp: 6554-6563.
- Nachamkin, I. (1997). *Campylobacter jejuni*. En libro: *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. Washington. Doyle, M.P., L.R. Beuchat y T.J. Montville. ASM Press.
- Nachamkin, I. (2002). Chronic effects of *Campylobacter* infection. *Microbes and Infection*, 4, pp: 399-403.
- Newell, D.G. y Wagenaar, J.A. (2000). Poultry infections and their control at the farm level. En libro: *Campylobacter*, 2ª edición. Washington, D.C. Nachamkin, I. y Blaser, M.J. American Society for Microbiology, pp: 497-509.
- Nicholson, F.A., Groves, S.J. y Chambers, B.J. (2005). Pathogen survival during livestock manure storage and following land application. *Bioresources Technology*, 96, pp: 135-143.

- Parkhill, J., Wren, B.W., Mungall, K., Ketley, J.M., Churcher, C., Basham, D., Chillingworth, T., Davies, R.M., Feltwell, T., Holroy, S., Jagels, K., Karlyshev, A.V., Moule, S., Pallen, M.J., Penn, C.W., Quail, M.A., Rajandream, M.A., Rutherford, K.M., van Vliet, A.H., Whitehead, S. y Barrell, B.G. (2000). The genome sequence of the food-borne pathogen *Campylobacter jejuni* reveals hypervariable sequences. *Nature*, 403, pp: 665-668.
- Riedel, C.T., Brondsted, L., Rosenquist, H., Haxgart, S.N. y Christensen, B.B. (2009). Chemical decontamination of *Campylobacter jejuni* on chicken skin and meat. *Journal of Food Protection*, 72, pp: 1173-1180.
- Rosenquist, H., Nielsen, N.L., Sommer, H.M., Norrung, B. y Christensen, B.B. (2003). Quantitative risk assessment of human campylobacteriosis associated with thermophilic *Campylobacter* species in chickens. *International Journal of Food Microbiology*, 83, pp: 87-103.
- Rosenquist, H., Sommer, H.M., Nielsen, N.L. y Christensen, B.B. (2006). The effect of slaughter operations in the contamination of chicken carcasses with thermotolerant *Campylobacter*. *International Journal of Food Microbiology*, 108, pp: 226-232.
- Ross, T. y Sumner, J. (2002). A simple, spreadsheet-based, food safety risk assessment tool. *International Journal of Food Microbiology*, 77, pp: 39-53.
- Schwerer, B. (2002). Antibodies against gangliosides: a link between preceding infection and immunopathogenesis of Guillain-Barré syndrome. *Microbes and Infection*, 4, pp: 373-384.
- Sears, A., Baker, M.G., Wilson, N., Marshall, J., Muellner, P., Campbell, D.M., Lake, R.J. y French, N.P. (2011). Marked *Campylobacteriosis* decline after interventions aimed at poultry, New Zealand. *Emerging Infectious Diseases*, 17, pp: 1007-1015.
- Silva, J., Leite, D., Fernandes, M., Mena, C., Gibbs, P.A. y Texeira, P. (2012). *Campylobacter* spp. as a foodborne pathogen: a review. *Frontiers in Microbiology*, 2, pp: 1-12.
- Smihy, J.L. (1995). Arthritis, Guillain-Barré syndrome, and other sequelae of *Campylobacter jejuni* enteritis. *Journal of Food Protection*, 58, pp: 1153-1170.
- Snelling, W.J., Stern, N.J., Lowery, C.J., Moore, J.E., Gibbons, E., Baker, C. y Dooley, J.S.G. (2008). Colonization of broilers by *Campylobacter jejuni* internalized within *Acanthamoeba castellanii*. *Archives of Microbiology*, 189, pp: 175-179.
- Stern, N.J., Svetoch, E.A., Eruslanov, B.V., Pereygin, V.V., Mitsevich, E.V., Mitsevich, I.P., Pokhilenko, V.D., Levchuk, V.P., Svetoch, O.E. y Seal, B.S. (2006). Isolation of a *Lactobacillus salivarius* strain and purification of its bacteriocin, which is inhibitory to *Campylobacter jejuni* in the chicken gastrointestinal system. *Antimicrobial Agents of Chemotherapy*, 50, pp: 3111-3116.
- Strachan, N.J.C. y Forbes, K.J. (2010). The growing UK epidemic of human campylobacteriosis. *The Lancet*, 376, pp: 665-666.
- Takahashi, M., Koga, M., Yokoyama, K. y Yuki, N. (2005). Epidemiology of *Campylobacter jejuni* isolated from patients with Guillain-Barré and Fisher syndromes in Japan. *Journal of Clinical Microbiology*, 43, pp: 335-339.
- UE (2004). Reglamento (CE) N° 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal. DO L 139 de 30 de abril de 2004, pp: 1-155.
- UE (2009). Decisión del Consejo de 18 de diciembre de 2008 por la que se rechaza la propuesta anunciada por la Comisión de un Reglamento del Consejo que desarrolla el Reglamento (CE) N° 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a la utilización de sustancias antimicrobianas para eliminar la contaminación microbiana de las canales de aves de corral (2009/121/CE). DO L 42 de 13 de febrero de 2009, pp: 1-3.
- Van Vliet, A.H.M. y Ketley, J.M. (2001). Pathogenesis of enteric *Campylobacter* infection. *Journal of Applied Microbiology*, 90, pp: 455-565.
- Vose Consulting (2011). A quantitative microbiological risk assessment of *Campylobacter* in the broiler meat chain. Vose Consulting (US) LLC, USA, pp: 1-71.
- Waldenstrom, J., Broman, T., Carlsson, I., Hasselquist, D., Achterberg, R.P., Wagenaar, J.A. y Olsen, B. (2002). Preva-

- lence of *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter lari*, and *Campylobacter coli* in different ecological guilds and taxa of migrating birds. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, pp: 5911-5917.
- Wassenaar, T.M. y Blaser, M.J. (1999). Pathophysiology of *Campylobacter jejuni* infections of humans. *Microbes and Infection*, 1, pp: 1023-1033.
- Wassenaar, T.M. (2011). Following an imaginary *Campylobacter* population from farm to fork and beyond: a bacterial perspective. *Letters in Applied Microbiology*, 53, pp: 253-263.