

# EL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA EN LA INFECCIÓN Y CONTROL DEL *CAMPYLOBACTER* EN POLLOS (I)

N.H.C. SPARKS

*Words's Poultry Sci. Jour.*, 65: 459-474. 2009

## Resumen

El *Campylobacteres* es la causa primordial de intoxicación por alimentos en el Reino Unido y en muchos otros países. Por tanto, puesto que es bien sabido que las aves constituyen una de las principales vías por las que este organismo penetra en la cadena de la alimentación humana, existe un considerable interés en identificar los puntos potenciales de penetración de *Campylobacter* en la granja. Una fuente potencial de infección es el agua, que puede ser también el medio a través del cual este organismo se transmite a toda la manada después de la infección inicial. Estudios sobre el papel del agua en la infección por *Campylobacter* en las aves han identificado la importancia de factores tales como el biofilm en la protección de los organismos y, potencialmente, en la forma viable pero no cultivable -VNC- de *Campylobacter*. Mientras que la dificultad para identificar la forma VNC en los brotes de campo puede haber conducido a subestimar la importancia del agua como factor de riesgo, existen opiniones contradictorias respecto a la capacidad de la forma VNC para causar infección bajo condiciones de campo. Los productores pueden tratar el agua de bebida con una serie de productos para reducir el número de contaminantes microbianos, incluido el *Campylobacter*, que llegan a las aves en crecimiento a través del agua de bebida. Entre los productos usados por los avicultores se incluyen el cloro, el dióxido de cloro, ácidos orgánicos, ácido peracético y peróxido de hidrógeno. La eficacia de estos productos difiere dependiendo del ambiente en el que se usan, ya que por ejemplo el pH tiene un significativo efecto sobre la eficacia del cloro. Como los beneficios completos del tratamiento del agua de bebida están todavía por comprobar, es necesario que en un futuro se llegue a constatar una mayor evidencia, en términos de efectos sobre los parámetros de producción normal tales como los aumentos de peso, el índice de

conversión, la uniformidad de la manada, como también sobre el predominio de infecciones tales como la originada por *Campylobacter*.

## Introducción

Los *Campylobacter* termofílicos constituyen la causa de la mayoría de brotes de envenenamiento registrados en el Reino Unido. En Inglaterra y Gales por ejemplo, se aislaron los *Campylobacter* en alrededor de 46.000 ocasiones en el 2005 y 2006, mientras que la salmonela fue aislada en 11.459 y 12.523 ocasiones respectivamente sobre el mismo período de tiempo. A pesar de que se puede encontrar *Campylobacter* en muchos ambientes y de que se asocian con muchas clases de animales, incluyendo los animales de compañía, la vía principal por la que penetra en la cadena de la alimentación humana son las aves. Así, mientras que el 5,7 % de los pollos comprados en los puntos de venta al por menor, en el Reino Unido en el 2001, resultaron positivos a la *Salmonella*, la cifra comparable para el *Campylobacter* fue, dependiendo del país, hasta del 76 %. En parte esto refleja el efecto que la actuación de la industria avícola ha tenido sobre la *Salmonella* a través de los programas de vacunación y la mejora de la bioseguridad y subraya la ineficacia de las intervenciones para controlar el *Campylobacter*.

Algunos estudios han considerado los factores de riesgo para la infección de *Campylobacter* de los pollos y han identificado al sistema de suministro de agua como una de las vías por las que puede penetrar en la granja y/o ser transportado alrededor del edificio. En este trabajo se analiza el papel que los sistemas de suministro de agua tienen en la infección de las aves por esta bacteria, como también los mecanismos potenciales de control.



## El organismo

Los *Campylobacter* son organismos zoonóticos aislados a menudo en el tracto digestivo, y, en particular, en el ciego de los pollos donde residen normalmente sin ningún efecto patológico aparente. Sin embargo, cuando se establece en el intestino del hombre puede producir una enteritis aguda. El *C. jejuni* es el principal contaminante de las aves aunque el *C. coli* y el *C. lari* pueden estar también presentes.

El *Campylobacter* tiene una morfología curvada, en forma de ese o espiral, con una longitud que va de 0,5 a 5,0  $\mu\text{m}$  y es Gram -. Estos organismos móviles tienden a ser microaerófilos aunque pueden tolerar niveles de oxígeno más altos —que les lleva a una transformación a una morfología cocal— que puede verse también en cultivos más viejos.

Se considera que los *Campylobacter* son capaces de entrar en una fase viable pero no cultivable –VNC-. Cuya importancia es incierta —¿infeccioso?— ¿Puede revertir en una fase cultivable? ¿Es la forma cocoidal simplemente una forma degenerativa de la espiral? Sin embargo, la presencia potencial de las formas VNC constituye un factor que puede hacer que la recuperación y el aislamiento del *Campylobacter* sean problemáticos.

Normalmente el *Campylobacter* no se desarrolla fuera del huésped pero todos los 17 *Campylobacter* se desarrollan bien a 37° C con los conocidos como *Campylobacter* termófilos, *C. jejuni*, *C. coli*, *C. lari* y *C. upsaliensis*, que crecen óptimamente a 42 – 43° C. Sin embargo, pueden sobrevivir a temperaturas bajas o por debajo de cero y en ambientes como los que se encuentran en las unidades avícolas, por períodos de tiempo prolongados.

## Infección de aves con *Campylobacter*

Generalmente se considera que las infecciones de aves por *Campylobacter* en manadas de pollos se producen por transmisión horizontal más que vertical. Típicamente las manadas se mantendrán negativas para el *Campylobacter* hasta las tres semanas de edad, pero se ha demostrado que a partir de aquí más del 40% de las aves puede ser positivo a las cuatro semanas de edad y alrededor de las siete semanas esta cifra puede incrementarse hasta más del 90%.

La causa del retraso en la aparición de la infección no está muy definida pero, probablemente, se debe

menos a una falta de exposición y más a la incapacidad del organismo para colonizar al ave en cifras significativas. Entre los mecanismos potenciales que se cree pueden influir en este retraso se incluye la presencia en las aves jóvenes de anticuerpos maternos —la mayoría de los lotes de reproductores en el Reino Unido son positivos para el *Campylobacter*-. El ACMSF –2005 – confiaba en que “la bioseguridad aplicada adecuadamente” reduciría la incidencia de infecciones por *Campylobacter*, aunque con el convencimiento de que esto podría ser más fácil de conseguir en los países escandinavos que en el Reino Unido —debido a que en los primeros inviernos son más fríos y, por norma general, las granjas tienen un número menor de gallineros.

El *Campylobacter* prefiere la tensión de oxígeno relativamente baja que se encuentra dentro de la capa de mucosidad en el ciego y en los folículos de la cloaca en particular. Una vez que se ha establecido en el tracto digestivo, las aves pueden emitir un gran número en las heces —hasta 108 cfu/g- y la infección se extiende, en poco menos de una semana, a toda la manada.

El hecho de que, mientras que el *Campylobacter* no prolifera en el ambiente, la amplia franja de especies que lo hospedan tiene la capacidad para sobrevivir durante largos períodos, significa que su distribución es muy amplia y puede ser considerado como ubicuo. Diversos estudios no han conseguido identificar *Campylobacter* en un gallinero después de limpiarlo, por lo que se asume que la infección proviene normalmente de un foco fuera del área destinada a las aves —Corry y Atabay 2001—. Sin embargo, la complicada epidemiología de este organismo, combinada con la dificultad para recuperarlo y cultivarlo —especialmente bajo la forma VNC-, significa que los intentos para identificar las fuentes y vías de infección de las manadas de aves sean a menudo infructuosos.

Sin embargo, algunos estudios han intentado identificar los principales factores de riesgo para la infección de las aves por *Campylobacter* —Tabla 1—. Un meta-análisis llevado a cabo por Adkin y col. -2006- identificó 14 fuentes de contaminación en la granja y 37 factores contributivos. Los autores identificaron un caso de despoblación, otro gallinero en la granja, el personal de la granja y otros animales de la misma como las mayores fuentes de infección. Estos hallazgos ponen de relieve la variedad de las vías por las que por las que el *Campylobacter* puede penetrar en un gallinero y demuestran que hasta la fecha el agua o el sistema de suministro de la misma no han sido identificados, de forma rutinaria, como origen potencial de *Campylobacter*. Sin embargo, respecto al último punto es pertinente observar que hay muy pocos estudios que hayan generado datos consistentes sobre la contaminación del agua con *Campylobacter*.

## EL AGUA COMO FOCO DE INFECCIÓN DE *CAMPYLOBACTER* EN AVES

### Antecedentes

Pearson y col. —1993— identificaron el agua de bebida como una fuente de infección, mientras que Kapperud y col. —1993— descubrieron que era un importante factor de riesgo. Más recientemente, Adkin y col. —2006—, basándose en datos deducidos de 74 estudios en un meta-análisis, observaron que las categorías registradas más frecuentemente para los orígenes de la infección eran la transmisión vertical, el origen del suministro de agua y la extensión secuencial de la

manada anterior. Sin embargo, cuando se analizaron los datos, de 13 focos potenciales identificados para el *Campylobacter* el suministro de agua ocupaba el 11º lugar en la lista. Es también notable que en el mismo estudio se situaba la desinfección del agua y el equipo de bebederos en los puestos 9º y 27º de entre 30 factores potenciales contributivos. Como el *Campylobacter* es más susceptible que, por ejemplo, *E. coli*, a la cloración del agua, la clasificación de la desinfección del agua en noveno lugar subraya la importancia de la interpretación al evaluar los factores de riesgo. Por eso es probable que la desinfección del agua no sea un factor contributivo *per se* a la infección sino que antes debería considerarse como un indicador de problemas microbianos o de enfermedades en la granja, habiéndose introducido la desinfección del agua en un intento de controlar tales condiciones. Una importante compañía de reproducción que

Tabla 1. Ejemplos de factores de riesgo asociados con la infección de una manada por *Campylobacter*

Factores de riesgo	País	Referencia
Falta de una higiene protectora	Suecia, Dinamarca (1)	Berndtson y col. (1996), Hald y col. (2000), Adkin y col. (2006), Hansson y col. (2007)
Presencia en la granja de otro ganado	Dinamarca, Holanda	Hald y col. (2000), Bouwknecht y col. (2004)
Sacrificio del lote (por ejemplo, con aclarado)	Suecia, Dinamarca, Varios	Berndtson y col. (1996), Hald y col. (2000), Adkin y col. (2006)
Disminución del período de limpieza (por ejemplo, menos de 14 días)	Suecia, Dinamarca	Berndtson y col. (1996), Hald y col. (2000)
Roedores	Canadá, Suecia, Reino Unido	Arsenault y col. (2007), Berndtson y col. (1996), Evans (1997)
Precaria limpieza en seco del edificio	Reino Unido	Evans (1997)
Proximidad de otros gallineros	Reino Unido, Holanda	Evans (1997), Bouwknecht y col. (2004)
Gallinero necesitado de reparaciones	Reino Unido	Evans (1997), Evans y Sayers (2000)
Ausencia de recipiente de desinfección del calzado	Reino Unido	Evans y Sayers (2000)
Suministro del agua de bebida por bebederos comunales	Reino Unido	Evans (1997)
Canales de ventilación verticales o verticales y horizontales	Islandia	Guerin y col (2007a)
Uso del baño de calzado antes de entrar en el gallinero (2)	Islandia	Guerin y col (2007a)
Uso de agua geotérmica para la limpieza del edificio	Islandia	Guerin y col (2007a)
Aumento del tamaño del lote	Suecia, Islandia	Berndtson y col. (1996), Guerin y col (2007b)
Extender la gallinaza en la granja	Islandia	Guerin y col (2007b)
Empleo de agua de bebida sin tratar	Islandia	Guerin y col (2007b)
Período de recría en verano	Holanda	Bouwknegt y col. (2004)
Número de aves criadas en la granja al año	Canadá	Arsenault y col (2007)

(1) Resultados de un meta-análisis.

(2) Este factor puede parecer contradictorio, pero, tal como explican los autores, puede ser realmente una vía de infección en caso de que el depósito para las botas sea deficiente, por inmersión incompleta de las botas o niveles inadecuados de desinfectante.



investigó el rendimiento de las manadas de reproductores en Europa informó de descubrimientos similares al mostrar la existencia de una relación entre el rendimiento de la manada y el tratamiento del agua.

Existe pues una evidencia limitada de que el agua o los sistemas de distribución de la misma puedan ser uno de los orígenes o un factor contributivo a la infección por *Campylobacter*, pero es posible que la importancia del agua no se ha reconocido adecuadamente debido a la dificultad de aislarlos de la misma —por ejemplo, debido a los organismos que están en estado VNC, muestreo de volúmenes insuficientes de agua, etc.—. También hay que distinguir entre la contaminación del suministro del agua que entra —por ejemplo suministro de agua público o de pozo— y la posterior del agua en el tanque principal o en otras partes del sistema, la que puede provocar que el organismo se extienda por el lote más rápidamente de lo que lo haría en otras circunstancias.

### El suministro de agua como factor de riesgo para el *Campylobacter*

Cuando se considera el origen de la infección por *Campylobacter* podría esperarse que las conocidos como suministros privados de agua —por ejemplo los pozos— representarían un mayor riesgo que los suministros de agua públicos. Said y col. —2003— apoyaron esta teoría cuando analizaron infecciones humanas procedentes de suministros de agua en el Reino Unido en un período de 30 años, constatando que mientras sólo el 0,5% de la población obtenía agua procedente de fuentes privadas, aquéllas contabilizaban el 36% de los brotes de enfermedades entéricas asociados con el agua de bebida. Es también notable que el *Campylobacter* fuera identificado en el 52% de todos los brotes debidos al agua de bebida. De forma similar Schuster y col. —2005— revisaron los datos de Canadá sobre brotes de enfermedad infecciosa en los humanos, relacionados con el agua de bebida, correspondientes a un período de 30 años. De los 288 brotes analizados, 99 estaban relacionados con sistemas de agua públicos, 138 con semi-públicos y 51 con sistemas privados, siendo el *Campylobacter* segundo en la lista de organismos causantes. El clima riguroso y la proximidad a otros animales eran dos de los factores clave relacionados con los brotes patógenos.

Sin embargo, si consideramos los brotes de *Campylobacter* asociados con las granjas avícolas, la evidencia en contra del agua procedente de pozo no es tan clara. El meta-análisis llevado a cabo por Adkin y col —2006— constató algún efecto sólo en 3 de los 17 informes. Si esto representa una falta de solidez de los datos, la práctica extensiva del saneamiento del agua de

pozo antes de usarla o los verdaderos peligros relativos, es algo que está por dilucidar.

La cloración del agua, usada para tratar suministros de agua públicos, constituye un medio efectivo para desactivar los *Campylobacter*, pero esto no es suficiente para decir que el agua clorada no puede ser origen de infección, como evidenció un brote de infección por *C. jejuni* ocurrida en una zona residencial en el Sur de Gales. En esta ocasión, el suministro público de agua se contaminó con el agua superficial de un depósito de reserva rajado. Cuando el agua clorada está implicada en el origen de una infección por *Campylobacter*, normalmente es debido a que el cloro no se ha añadido en la concentración requerida, o más frecuente todavía, como en el caso del brote de Gales del Sur, la importancia de la contaminación inhibe el efecto protector del cloro, que actúa después de la cloración.

### Papel de los biofilms

La capacidad de los *Campylobacter* para persistir en los sistemas de suministro de agua se ve afectada por la limpieza de los sistemas. Las sales minerales inorgánicas disueltas formarán lo que comúnmente se conoce como una costra mientras que los contaminantes orgánicos darán lugar al biofilm.

"Biofilm" es un término genérico usado para describir la capa orgánica, principalmente polisacárida, que se forma en las superficies interiores del sistema de suministro de agua debido a la acción microbiana y constituye una característica potencial de la mayoría de los sistemas de suministro. El *Campylobacter*, por ejemplo, puede formar biofilms en los materiales empleados comúnmente en los sistemas de suministro de agua o puede ocupar biofilms formados por otros mecanismos. Curiosamente, las formas aflageladas del *Campylobacter* son incapaces de atacar las superficies sólidas y formar un biofilm. Independientemente de la causa, se ha demostrado que la presencia de biofilms incrementa considerablemente el período de supervivencia del *Campylobacter* lo que depende de la cepa de éste. La presencia de biofilms disminuye también el efecto de los desinfectantes.

A fin de eliminar los biofilms de los sistemas del agua de bebida, una práctica comercial ordinaria cuando se limpia el sistema entre una manada y la siguiente es la de someter a las tuberías a un tratamiento de choque con un agente desinfectante u oxidante. El objetivo de este tratamiento es el de eliminar el biofilm y disolver todos los depósitos minerales que puedan haberse formado en el interior del sistema. Un esbozo de esta operación podría ser como sigue —Quiroz, 2008—: drenar el sistema, dejar fluir por él una solución con el 85% de ácido orgánico y

mantener esta solución en el circuito durante 90 minutos, limpiar después con el 35% de peróxido de hidrógeno, manteniéndola durante 24–48 horas, y dejar fluir otra vez el agua con ácidos orgánicos.

Se ha demostrado que, al igual que los biofilms, los protozoos protegen a los *Campylobacter* ingeridos contra la acción de los desinfectantes. Más recientemente, Snelling y col., –2006, 2007 y 2008– informaron de que habían detectado protozoos y *C. jejuni* en sistemas de suministro de agua a las aves y de la predisposición de éstas a infectarse después de haber estado expuestas a una ameba conteniendo *C. jejuni*.

### Supervivencia y detección del *Campylobacter* en el agua

Diversos autores han resaltado la influencia de la cepa en la capacidad de supervivencia del *Campylobacter* cuando se inocula en agua potable, como fueron Cools y col., –2003– quienes observaron que cuando se examinaron 19 cepas de *C. jejuni*—dos cepas de referencia, cuatro aisladas del agua y nueve aisladas de los seres humanos—, las aisladas de aves fueron las que sobrevivieron más tiempo –32 a 50 días—. Más recientemente Odgen y col. –2007– comentaron, cuando trataban de las implicaciones de los tipos de *Campylobacter* aislados de los sistemas de bebederos de las aves, que algunos de ellos pueden haber desarrollado “sistemas de respuesta al estrés”, que posibilitan la prolongación de la supervivencia en el agua. Los autores usaron técnicas de tipificación –MLST– de secuencia multi-locus para clasificar a los aislados y recuperaron, entre otros, el complejo clonal nº 45, un tipo al que se asocia frecuentemente con las fuentes del agua.

Sin embargo, mientras existe una evidencia circunstancial de que el agua es una fuente potencial o un factor contributivo a la contaminación de las manadas, es más difícil encontrar estudios de campo que hayan identificado claramente el agua como origen o vía de infección. De todas formas, esto puede en parte reflejar las dificultades para recuperar *Campylobacter* del agua y de los sistemas de suministro de la misma. Por ejemplo Peason y col., –1993– informaron sobre una infección recurrente por *Campylobacter* en una granja de pollos que duró 18 meses. A pesar de que se repitieron los muestreos –185 muestras– de diversas partes del sistema de suministro de agua, incluyendo el pozo, tanto los métodos directos como los más sofisticados no consiguieron dar un resultado positivo. Tan solo cuando se usó el microscopio de anticuerpos de fluorescencia Indirecta se identificaron los *Campylobacter* tanto en los orígenes del agua como en el sistema de suministro.

Más recientemente Zimmer y col. –2003– usaron toda una gama de técnicas, incluyendo RAPD–PCR y microscopio de inmunofluorescencia para estudiar el papel del sistema de suministro de agua en las infecciones por *Campylobacter* en tres lotes comerciales secuenciales. Los *Campylobacter* se recuperaron del biofilm asociado con las tetinas en la línea de bebederos pero los autores sacaron la conclusión de que, basándose en los datos RAPD–PCR, el *Campylobacter* encontrado en el sistema de agua difería de los encontrados en los pollos. Al discutir las implicaciones de sus descubrimientos, los autores observaron que factores tales como el estado VNC del organismo presente en el agua, las dificultades para detectar un bajo número de *Campylobacter* en la misma y la posibilidad de que el biofilm contribuya al estado VNC podían todos ellos explicar el fracaso para confirmar una relación entre el *Campylobacter* en el sistema de suministro de agua y las aves.

Ogdenn y col. –2007– tuvieron más éxito al demostrar un nexo entre las cepas de *Campylobacter* aisladas de las aves y las procedentes del sistema de suministro de agua cuando, usando MLST, ellos emparejaron cepas aisladas del tanque principal con otras aisladas de las aves. Sin embargo, sólo se pudo demostrar una relación en una de las 12 granjas investigadas y no fue posible confirmar si el depósito estaba contaminado antes o después de almacenar a las aves.

La temperatura del agua puede influir sobre la capacidad de supervivencia del *Campylobacter*, al alargarse ésta con el frío asociado al invierno. Independientemente de la temperatura, el agua de bebida se empobrece en nutrientes comparada con la mayoría de otros ambientes y en estas condiciones representa un ambiente hostil para el *Campylobacter*. La capacidad de éste para sobrevivir en el agua dependerá en parte de su capacidad para convertirse en la forma VNC.

Mientras que el VNCs del *Campylobacter* puede permitir a los organismos sobrevivir durante más tiempo en el agua, la capacidad de infección de la forma VNC está todavía sometida a debate. Diversos estudios han demostrado que el *Campylobacter* VNC puede a veces ser infeccioso tras pasar por algún animal. Sin embargo, de cara a lo que puede suceder en la práctica, estos estudios tienen poca relevancia pues incluso cuando se administraron altas dosis de la forma VNC, la potencial colonización del organismo se redujo drásticamente y, en la práctica, su importancia como causa de infecciones es probablemente insignificante. Sin embargo, esto puede infravalorar la importancia de la forma VNC en campylobacteriosis causadas por agua contaminada.

(Continuará)

