



Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 3 (1): 097-112. Enero-Junio, 2012
http://www.rvcta.org
ISSN: 2218-4384 (versión en línea)
© Asociación RVCTA, 2012. RIF: J-29910863-4. Depósito Legal: ppi201002CA3536.

Revisión

Estrategias para disminuir la presencia de *Campylobacter* spp. en el pollo

Strategies to reduce *Campylobacter* spp. in chicken

Mónica Gañán

Departamento de Nutrición, Bromatología y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Veterinaria,
Universidad Complutense de Madrid. Avenida Puerta de Hierro, s/n, Ciudad Universitaria, 28040,
Madrid, España

Correspondencia: mganan@vet.ucm.es

Aceptado 07-Junio-2012

Resumen

Campylobacter spp. es considerado como el principal causante de enfermedades diarreicas bacterianas asociadas a alimentos en humanos. El consumo de pollo contaminado es la principal fuente de infección con esta bacteria. Debido a los altos niveles de contaminación del pollo con este patógeno, la erradicación de *Campylobacter* en la granja constituye una estrategia importante para la reducción de las infecciones en humanos. La inclusión en la dieta del pollo de microorganismos antagónicos, compuestos antimicrobianos y sustancias anti-adhesivas, parecen ser estrategias útiles para disminuir la colonización de *Campylobacter*. Sin embargo, los estudios disponibles en este campo son todavía escasos.

Palabras claves: adhesión, antimicrobianos, *Campylobacter*, exclusión competitiva, invasión, pollo.

Abstract

Campylobacter spp. is the major cause of bacterial food-borne diseases in human, being chicken consumption the most important source of contamination. Most of the world's chicken production is contaminated with *Campylobacter*, therefore eradication of the pathogen at farm-level could be a useful approach for the reduction of human infections. The inclusion of antagonistic

bacteria, antimicrobial compounds or anti-adhesive agents in chicken feed seem to be useful strategies. Nevertheless, studies in this field are scarce, so more research is still needed.

Key words: adhesion, antimicrobials, *Campylobacter*, chicken, competitive exclusion, invasion.

INTRODUCCIÓN

Campylobacter spp. es considerado como el mayor agente microbiano causante de enfermedades diarreicas bacterianas asociadas a los alimentos en gran parte de los países desarrollados (FAO/WHO, 2001; WHO, 2005). Los casos de infección por *Campylobacter* superan los encontrados para *Salmonella*, *Shigella* y *Escherichia coli* O157:H7 (Allos, 2001). Se piensa que esta bacteria, en especial *C. jejuni* y *C. coli*, podría ser responsable de aproximadamente 400 millones de casos de gastroenteritis en todo el mundo cada año (Coker *et al.*, 2002).

En humanos, la dosis infectiva es de tan sólo 550 microorganismos (Leggett *et al.*, 2012), y el espectro clínico de la enfermedad entérica ocasionada por *Campylobacter* varía de diarrea severa inflamatoria a diarrea moderada no inflamatoria. La severidad de los síntomas depende tanto de la cepa contaminante como del estado físico del hospedador. A pesar de ser autolimitante en la mayoría de los casos, la infección con *Campylobacter* puede acarrear graves complicaciones, como el síndrome Guillian-Barré (Susuki *et al.*, 2004), el síndrome de Reiter o la artritis reactiva (Crushell *et al.*, 2004; Hannu *et al.*, 2004).

Las terapias antimicrobianas son necesarias en pacientes con enteritis severas o prolongadas, septicemias y cuando se observan manifestaciones extra-intestinales. Entre los antibióticos que más se usan en esta terapia, se incluyen la ciprofloxacina (Oldfield y Wallace, 2001) y la eritromicina (Hakanen *et al.*, 2003). Los incrementos en la tasa de infecciones por *Campylobacter* causadas por cepas resistentes a antibióticos hacen que la terapia de estas

enfermedades sea cada día más difícil (Pidcock, 1995; Murphy *et al.*, 1996; García-C. *et al.*, 2009; Pantozzi *et al.*, 2010).

En humanos, las infecciones por *Campylobacter* son generalmente resultado de la ingesta de alimentos contaminados de origen animal, siendo las aves, en especial el pollo, su principal reservorio (Notario *et al.*, 2011). También puede encontrarse en otras aves de corral, ganado bovino, porcino, caprino y ovino, en animales y aves silvestres, e incluso en mascotas como perros y gatos (Friedman *et al.*, 2000; Stanley y Jones, 2003; Lee y Newell, 2006; WHO/FAO, 2009).

Se ha informado que gran parte de la producción mundial de pollo se encuentra contaminada con *Campylobacter* (Stern y Line, 1992; Willis y Murray, 1997). Algunos estudios han señalado que más del 98 % de los productos derivados del pollo crudo disponibles en los establecimientos comerciales pueden estar contaminados con esta bacteria (Hänninen *et al.*, 2000; Jacobs-Reitsma, 2000; Pearson *et al.*, 2000). De igual forma, en Estados Unidos cerca del 90 % de las plantas productoras de pollo se encuentran contaminadas con *Campylobacter* (Stern *et al.*, 2001), mientras que en Europa, este porcentaje varía entre el 18 y 90 % (Newell y Fearnley, 2003).

La manipulación de las canales desde el matadero hasta el mercado, en especial el aseguramiento de la cadena de frío, constituye un paso fundamental para la determinación del riesgo asociado al consumo de la carne (Granić *et al.*, 2009; Mabote *et al.*, 2011). A escala doméstica, la contaminación cruzada debida a la manipulación inadecuada de los alimentos es una fuente importante de infección (Allos, 2001; Mattick *et al.*, 2003). También resalta

que, a pesar de que el proceso de congelación de carnes contaminadas reduce significativamente la supervivencia del patógeno (Humphrey y Cruickshank, 1985), se ha visto que no lo elimina del todo (Ritz *et al.*, 2007).

Estudios epidemiológicos realizados indican que existe una relación lineal entre la presencia de *Campylobacter* en pollo y la incidencia de campilobacteriosis en humanos (Gutiérrez-Castillo *et al.*, 2008), por lo tanto, una reducción en la infección del pollo debería contribuir efectivamente a una disminución substancial en la incidencia de la enfermedad en humanos (FAO/WHO, 2001).

CONTENIDO

- 1.- El pollo como reservorio de *Campylobacter*
- 2.- Estrategias encaminadas a disminuir la incidencia de *Campylobacter* en humanos
 - 2.1.- Bacterias probióticas y exclusión competitiva
 - 2.2.- Compuestos anti-adhesivos y anti-invasivos
 - 2.3.- Compuestos antimicrobianos

REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.- El pollo como reservorio de *Campylobacter*

A pesar de ser un importante patógeno en humanos, por razones aún desconocidas, la mayor parte de las veces, *Campylobacter* se comporta como comensal en aves, es decir, no parece ocasionar efectos beneficiosos ni adversos en éstas (Byrne *et al.*, 2007).

La presencia de este microorganismo se encuentra extendida en la naturaleza. *Campylobacter* forma parte de la microbiota intestinal de gran cantidad de aves y mamíferos tanto domésticos como salvajes, y su vía de transmisión más común viene dada por la contaminación de la superficie de la carne con material fecal durante el sacrificio (Harris *et al.*, 1986; Newell y Fearnley, 2003).

La coprofagia es presumiblemente un factor determinante en la diseminación del microorganismo en la granja. La transmisión de pollo a pollo es extremadamente rápida y una vez que un individuo es colonizado, prácticamente el 100 % de los pollos presentes en la planta son contaminados en unos pocos días (Shreeve *et al.*, 2000; Mifflin *et al.*, 2001; Newell y Fearnley, 2003). Experimentalmente, la dosis de *C. jejuni* requerida para una colonización efectiva del pollo puede llegar a ser tan baja como 40 UFC/mL (Kothary y Babu, 2001).

En términos generales se puede decir que *Campylobacter* entra en el organismo del hospedador en asociación con el agua o la comida, supera la barrera ácida del estómago y coloniza los tejidos epiteliales y conectivos del sistema gastrointestinal, donde permanece a lo largo de la vida del animal (Campbell *et al.*, 1987).

2.- Estrategias encaminadas a disminuir la incidencia de *Campylobacter* en humanos

La solución al problema de la contaminación del pollo por *Campylobacter* debe ser económicamente rentable, realista y estar amparada por el sistema legislativo, además de ser aceptada por el consumidor. En la actualidad se están llevando a cabo diferentes acciones que intentan tomar en cuenta las necesidades mencionadas (EFSA, 2010a; EFSA, 2010b; EFSA-PBH, 2010; EFSA, 2011; EFSA-PBH, 2011).

En tal sentido, un logro deseable es la reducción de los niveles de este patógeno al final del procesado del animal. Se ha visto que la aplicación de medidas higiénicas puede llegar a disminuir o retrasar la infección por *Campylobacter* en el pollo, aunque no resulta suficiente para erradicar al patógeno (Evans, 1992). Algunos autores han descrito que la irradiación de las canales de pollo podría llegar a ser efectiva contra este problema. Sin embargo, la implantación de este procedimiento

a escala industrial todavía no cuenta con la aceptación del consumidor (Abu-Tarboush *et al.*, 1997). El lavado de la carne de pollo con agentes químicos es otra herramienta que ha arrojado resultados favorables, pero su uso contribuye a la acumulación de residuos químicos, por lo que difícilmente podría ser considerado como una estrategia ecológicamente sostenible (Whyte *et al.*, 2001; Butzler, 2004; Vandeplass *et al.*, 2008).

Probablemente la técnica más efectiva para evitar la colonización de enteropatógenos en pollo destinado al consumo humano sea la cría de los animales en condiciones de esterilidad, sin embargo, el precio de esta práctica resulta incosteable (Barrow y Page, 2000). De manera similar, y a pesar de ser ampliamente utilizada contra otros patógenos, la vacunación de aves no constituye hoy en día una estrategia factible contra *Campylobacter*, ya que su empleo hasta el momento no ha sido exitoso (Khoury y Meinersmann, 1995; Noor *et al.*, 1995; Rice *et al.*, 1997; Jagusztyn-Krynicka *et al.*, 2009; Zeng *et al.*, 2010). Lo anterior es debido, en parte, a que los pollos no viven tiempo suficiente como para lograr una respuesta inmune efectiva (Sharma y Burmester, 1982; Swayne *et al.*, 2000), y a que, en muchos casos, *Campylobacter* no resulta patógeno para ellos. A pesar de esto, se ha desarrollado una vacuna de quitosanos-ADN que parece inducir cierta repuesta inmune contra *C. jejuni in vitro*, por lo que parece ser una estrategia prometedora (Huang *et al.*, 2010).

También, diversos autores han estudiado el uso de bacteriófagos específicos contra *Campylobacter* en la alimentación de los pollos (Goode *et al.*, 2003; Atterbury *et al.*, 2005; Loc-Carrillo *et al.*, 2005), sin embargo, su empleo a nivel industrial presenta grandes limitaciones, como el desarrollo de resistencia bacteriana y el riesgo asociado a la liberación de estos fagos al ambiente (Goode *et al.*, 2003).

La inclusión en la dieta de los pollos de bacterias definidas capaces de producir efectos

nocivos sobre los microorganismos patógenos, pero que a la vez puedan establecer relaciones comensales o simbióticas con el hospedador, constituye otra estrategia extensivamente estudiada y que ha arrojado resultados positivos en el caso de otros microorganismos como *Salmonella* (Qin *et al.*, 1995; Schneitz *et al.*, 1998) y *E. coli* (Hakkinen y Schneitz, 1996). También, se ha visto que el producto comercial Broilact® (Orion Pharma Eläinlääkkeet, Turku, Finlandia) puede resultar efectivo contra la colonización del intestino del pollo por parte de *Campylobacter* spp. (Hakkinen y Schneitz, 1999; Ganán *et al.*, 2012).

La introducción de este tipo de bacterias, en su mayoría con carácter probiótico, se basa principalmente en la habilidad que tienen ciertos microorganismos de estimular el sistema inmune, de acidificar el entorno, de secretar metabolitos perjudiciales para otros microorganismos (como bacteriocinas o peróxido de hidrógeno) y de competir con los patógenos por nutrientes o lugares de adherencia en el intestino del hospedador (Lu y Walker, 2001; Asp *et al.*, 2004). Este último fenómeno es comúnmente denominado exclusión competitiva (EC) (Juárez-Estrada *et al.*, 2010).

La inclusión de sustancias antimicrobianas específicas contra *Campylobacter* y otros patógenos en la dieta de los animales, constituye otra estrategia interesante en la lucha contra las enfermedades bacterianas y los estudios basados en la búsqueda de nuevas sustancias que cumplan con estos requerimientos son cada vez más frecuentes (Van Deun *et al.*, 2008).

2.1.- Bacterias probióticas y exclusión competitiva (EC)

La composición y metabolismo de la microbiota intestinal afecta profundamente el rendimiento de los animales de granja. Las bacterias autóctonas se establecen en el animal a los pocos días después de su nacimiento o

eclosión, e interactúan con los sistemas digestivo e inmune del organismo (Nousiainen *et al.*, 2004).

La colonización de los diferentes compartimientos del intestino por bacterias comensales específicas, sirve como una primera barrera de defensa contra microorganismos invasores o sustancias tóxicas provenientes de la dieta. En animales sanos, cada parte del intestino es colonizado por una microbiota específica, adaptada para crecer en una relación simbiótica con el hospedador. La composición de la microbiota intestinal es específica para cada especie y varía dependiendo de los factores ambientales, la edad del animal, la región intestinal y la dieta (Nousiainen *et al.*, 2004).

Se ha determinado que el intestino del pollo contiene una gran variedad de microorganismos, muchos de los cuales pertenecen al grupo de las bifidobacterias o al de las bacterias ácido lácticas (BAL), y que incluyen géneros como *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Pediococcus* (Cummings *et al.*, 2004; Gibson *et al.*, 2005). Cerca del 24 % de las bacterias presentes en esta zona pertenecen al género *Lactobacillus* y dentro de este grupo, las especies más frecuentemente aisladas son *L. salivarius*, *L. acidophilus*, *L. crispatus* y *L. reuteri* (Lan *et al.*, 2002).

Es conocido que las BAL resultan fundamentales para el mantenimiento del ecosistema microbiano intestinal de humanos y animales (Sandine, 1979; Salminen *et al.*, 1998) ya que entre otras cosas, se ha visto que poseen actividad inhibitoria contra algunos enteropatógenos como *Listeria monocytogenes* (Harris *et al.*, 1989; Schillinger y Lücke, 1989; McKay, 1990; Ashenafi, 1991), *E. coli* y *Salmonella* sp. (Chateau *et al.*, 1993; Drago *et al.*, 1997; Hudault *et al.*, 1997), y otros (Axelsson *et al.*, 1989; Olsen *et al.*, 1995; Coconnier *et al.*, 1997).

Algunas BAL, las bifidobacterias y otros microorganismos comensales que pueden resultar beneficiosos para el hospedador,

conforman el grupo de los denominados probióticos. Se han planteado numerosas definiciones para este término (Jin *et al.*, 1997), aunque pueden ser descritos globalmente como microorganismos vivos que una vez ingeridos afectan de manera beneficiosa al hospedador, ya que mejoran su equilibrio microbiano (Fuller, 1989).

Tanto en la producción animal como en la alimentación humana, las principales características y funciones que se esperan de un probiótico eficiente incluyen el mantenimiento del equilibrio de la microbiota intestinal por la EC y el antagonismo frente a los microorganismos patógenos, el incremento de la actividad enzimática digestiva, la neutralización de enterotoxinas, la estimulación del sistema inmune y la optimización de la ingesta de alimentos y del aprovechamiento de nutrientes (Ghadban, 2002). Además de lo anterior deben cumplir los siguientes requisitos básicos: ser capaces de colonizar las células y el mucus del intestino del hospedador, no resultar patogénicos, resistir a las enzimas intestinales y a los ácidos gástricos y biliares, y ser viables en el tracto gastrointestinal (Nousiainen *et al.*, 2004).

La utilización de probióticos en alimentación se deriva directamente del concepto de EC (Vandeplas *et al.*, 2008). La EC se diseñó originalmente para paliar los problemas de contaminación del pollo con *Salmonella* (Nurmi y Rantala, 1973), y aunque sus mecanismos aún no han sido bien establecidos, también es empleada con frecuencia para el control de *E. coli*, *Clostridium* y *Listeria* (Gill, 2003; Schneitz, 2005). A pesar de lo anterior, su efectividad sobre *Campylobacter* no ha tenido el mismo éxito y si bien se ha logrado reducir su colonización intestinal en pollos, el efecto inhibitorio resulta menos contundente que contra otros patógenos (Young *et al.*, 2007; Skånseng *et al.*, 2007; Ganan *et al.*, 2012).

Las preparaciones comerciales de probióticos se encuentran disponibles para uso

humano y animal, sin embargo, su empleo en pollo no es una práctica frecuente y su efectividad contra *Campylobacter* suele ser cuestionada, principalmente por la escasez de conocimientos relativos al funcionamiento de la microbiota intestinal de estos animales (Hofacre *et al.*, 2000; Collado *et al.*, 2007).

Además del empleo de bacterias probióticas con el fin de propiciar la EC sobre *Campylobacter* y otros patógenos, también se ha estudiado el efecto de la inoculación de cepas viables pero no colonizadoras de *C. jejuni* (Barrow y Page, 2000; Ziprin *et al.*, 2002) y otras bacterias entéricas (Schoeni y Wong, 1994) en las dietas de los pollos, pero no se han obtenido resultados beneficiosos hasta el momento.

Los probióticos para uso animal son comercializados generalmente como productos liofilizados y usualmente las cepas empleadas pertenecen a la microbiota intestinal autóctona del animal o provienen de fermentos lácticos (Nousiainen *et al.*, 2004). Entre los productos comerciales de exclusión competitiva con eficiencia demostrada contra algunos patógenos, los más empleados a nivel de granjas son Broilact®, Aviguard® (Microbial Developments, Ltd., Malvern Link, Worcestershire, UK) y Avi Free (Alltech®, Lexington-Nicholasville, KY, USA), entre otros (Silva *et al.*, 2005; Cox y Pavic, 2010).

2.2.- Compuestos anti-adhesivos y anti-invasivos

El uso de agentes anti-adhesivos y anti-invasivos en la alimentación del pollo y humanos, es otra alternativa interesante a los problemas de contaminación con patógenos bacterianos. Se conoce que muchos patógenos requieren de receptores en las células hospedadoras con terminaciones glucídicas para una adherencia adecuada, y por consiguiente, una invasión exitosa. Basándose en lo anterior, podría ser posible bloquear las adhesinas de ciertos patógenos con fracciones específicas de

oligosacáridos para impedir la adhesión de las bacterias a las mucosas del intestino y evitar de este modo la unión de las enterobacterias a los receptores, y por tanto, la colonización bacteriana (Zopf y Roth, 1996; Santin *et al.*, 2001).

La principal ventaja del uso de agentes anti-adhesivos y anti-invasivos es que, al no tratarse de sustancias bactericidas, la probabilidad de aparición de cepas resistentes es mucho menor que con la exposición a los antibióticos u otros agentes capaces de afectar la fisiología o el metabolismo bacteriano (Ofek *et al.*, 2003).

El concepto de utilizar carbohidratos para bloquear la adherencia y colonización de células hospedadoras por patógenos lo introdujo por primera vez Aronson *et al.* (1979). Desde ese entonces se ha realizado una investigación exhaustiva *in vitro* e *in vivo* de posibles terapias anti-adhesivas y anti-invasivas específicas para diferentes patógenos, basados principalmente en el empleo de modelos animales o en el uso de cultivos celulares (Simon *et al.*, 1997; Hirno *et al.*, 1998; Thomas y Brooks, 2004; Wittschier *et al.*, 2007).

En la práctica, el uso de carbohidratos puros presenta importantes inconvenientes. El principal es su alto precio, que dificulta su implementación en el ámbito industrial. Algunos autores consideran que dado que la adherencia es un proceso multifactorial, el bloqueo de las lectinas con un solo compuesto es menos efectivo que el empleo de mezclas de diferentes clases de sustancias inespecíficas, que pueden actuar de forma simultánea sobre diferentes dianas (Wittschier *et al.*, 2007). Actualmente se emplean diferentes productos de composición indefinida basados en este principio y que son usados como complementos para alimentación animal (Benites *et al.*, 2008).

Específicamente, se ha visto que extractos de manoproteínas obtenidas a partir de levaduras vínicas son capaces de reducir de manera significativa la colonización de células

intestinales por parte de *Campylobacter* spp. (Ganan *et al.*, 2009). También, se han obtenido resultados prometedores contra la adherencia del patógeno al emplear oligosacáridos pécticos obtenidos a partir de albedo de cáscara de naranja (Ganan *et al.*, 2010).

2.3.- Compuestos antimicrobianos

La resistencia de *Campylobacter* a los antibióticos ha aumentado de manera significativa en los últimos tiempos (Hong *et al.*, 2007; Zhang y Plummer, 2008). Por otra parte, se ha visto que algunos compuestos derivados de plantas resultan efectivos contra patógenos asociados a alimentos resistentes a antibióticos, lo que podría atribuirse a las diferencias entre sus mecanismos de acción (Friedman *et al.*, 2006).

El gran potencial que encierran los compuestos antimicrobianos naturales ha llevado a investigar la efectividad de sustancias provenientes de plantas, animales, bacterias y hongos, como son los ácidos orgánicos, las enzimas, los aceites esenciales y las bacteriocinas (Lemay *et al.*, 2002; Roller, 2003).

En estudios *in vitro* se ha demostrado que diferentes sustancias naturales como los aceites esenciales de laurel, tomillo (Smith-Palmer *et al.*, 1998), caléndula, raíz de jengibre, jazmín, pachulí, gardenia, madera de cedro, semillas de zanahoria, semillas de apio, artemisa, nardo (Friedman *et al.*, 2002), naranja (Friedman *et al.*, 2002; Nannapaneni *et al.*, 2009), ajo, clavo y canela (Babu *et al.*, 2011) pueden ser efectivos contra *C. jejuni*. Sin embargo, su efectividad no ha sido demostrada *in vivo*.

Hasta el momento se han realizado pocos estudios en los que se hace referencia a la inclusión de compuestos naturales en la dieta del pollo para la disminución de *Campylobacter*. Sin embargo, se ha observado que el ácido caprílico, conocido antimicrobiano presente en el aceite de coco y la leche, resulta

efectivo para disminuir la colonización intestinal del patógeno (Solis de los Santos *et al.*, 2009).

De igual manera, se ha visto que al agregar moléculas derivadas de plantas, como cinamaldehído, eugenol, carvacrol y timol, en el agua usada en la alimentación del pollo, una de las principales fuentes de contaminación del animal con *Campylobacter*, los recuentos del patógeno en el líquido se reducen de manera significativa, lo que podría contribuir a disminuir el riesgo de contaminación (Kollanoor-Johny *et al.*, 2008; Kollanoor-Johny *et al.*, 2010; Hermans *et al.*, 2011). En relación a lo expuesto, los trabajos de Cox y Pavic (2010) y Pasquali *et al.* (2011) contienen revisiones exhaustivas en cuanto al empleo de sustancias naturales para el control de *Campylobacter* spp.

CONCLUSIONES

La erradicación de *Campylobacter* en el pollo resulta imprescindible para disminuir las infecciones en humanos. La inclusión en la dieta del pollo de bacterias antagónicas, compuestos antimicrobianos o sustancias anti-adhesivas constituyen estrategias prometedora para tal fin. Sin embargo, los estudios disponibles son todavía escasos, por lo que se requieren mayores esfuerzos en este sentido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu-Tarboush, Hamza M; Al-Kahtani, Hassan A.; Atia, M.; Abou-Arab, Atef A., Bajaber, Adnan, S. and El-Mojaddidi, Mohamed A. 1997. Sensory and microbial quality of chicken as affected by irradiation and postirradiation storage at 4.0 °C. *Journal of Food Protection*. 60(7):761-770.
- Allos, Ban Mishu. 2001. *Campylobacter jejuni* infections: update on emerging issues and trends. *Clinical Infectious Diseases*. 32(8):1201-1206.

- Aronson, M.; Medalia, O.; Schori, L.; Mirelman, D.; Sharon, N. and Ofek, I. 1979. Prevention of colonization of the urinary tract of mice with *Escherichia coli* by blocking of bacterial adherence with methyl α -D-mannopyranoside. The Journal of Infectious Diseases. 139(3):329-332.
- Ashenafi, Mogessie. 1991. Growth of *Listeria monocytogenes* in fermenting tempeh made of various beans and its inhibition by *Lactobacillus plantarum*. Food Microbiology. 8(4):303-310.
- Asp, Nils Georg; Möllby, Roland; Norin, Lisa and Wadström, Torkel. 2004. Probiotics in gastric and intestinal disorders as functional food and medicine. Scandinavian Journal of Nutrition. 48(1):15-25.
- Atterbury, R.J.; Dillon, G.; Swift, C.; Connerton, P.L.; Frost, J.A.; Dodd, C.E.R.; Rees, C.E.D. and Connerton, I.F. 2005. Correlation of *Campylobacter* bacteriophage with reduced presence of host in broiler chicken ceca. Applied and Environmental Microbiology. 71(8):4885-4887.
- Axelsson, L.T.; Chung, T.C.; Dobrogosz, W.G. and Lindgren, S.E. 1989. Production of a broad spectrum antimicrobial substance by *Lactobacillus reuteri*. Microbial Ecology in Health and Disease. 2(2):131-136.
- Babu, A. Jagadeesh; Sunadri, A. Rupa; Indumathi, J.; Srujan, R.V.N. and Sravanthi, M. 2011. Study on the antimicrobial activity and minimum inhibitory concentration of essential oils of spices. Veterinary World. 4(7):311-316.
- Barrow, P.A. and Page, K. 2000. Inhibition of colonisation of the alimentary tract in young chickens with *Campylobacter jejuni* by pre-colonisation with strains of *C. jejuni*. FEMS Microbiology Letters. 182(1):87-91.
- Benites, V.; Gilharry, R.; Gernat, A.G. and Murillo, J.G. 2008. Effect of dietary mannan oligosaccharide from Bio-Mos or SAF-Mannan on live performance of broiler chickens. The Journal of Applied Poultry Research. 17(4):471-475.
- Butzler, J.P. 2004. *Campylobacter*, from obscurity to celebrity. Clinical Microbiology and Infection. 10(10):868-876.
- Byrne, Catherine M.; Clyne, Marguerite and Bourke, Billy. 2007. *Campylobacter jejuni* adhere to and invade chicken intestinal epithelial cells *in vitro*. Microbiology. 153(2):561-569.
- Campbell, S.; Duckworth, S.; Thomas, C.J. and McMeekin, T.A. 1987. A note on adhesion of bacteria to chicken muscle connective tissue. Journal of Applied Microbiology. 63(1):67-71.
- Chateau, N.; Castellanos, I. and Deschamps, A.M. 1993. Distribution of pathogen inhibition in the *Lactobacillus* isolates of a commercial probiotic consortium. Journal of Applied Bacteriology. 74(1):36-40.
- Coconnier, Marie Hélène; Liévin, Vanessa; Bernet-Camard, Marie Françoise; Hudault, Sylvie and Servin, Alain L. 1997. Antibacterial effect of the adhering human *Lactobacillus acidophilus* strain LB. Antimicrobial Agents and Chemotherapy. 41(5):1046-1052.
- Coker, Akitoye O.; Isokpehi, Raphael D.; Thomas, Bolaji N.; Amisu, Kehinde O. and Obi, C. Larry. 2002. Human campylobacteriosis in developing countries. Emerging Infectious Diseases. 8(3):237-243.
- Collado, M.C.; Grześkowiak, Łukasz and Salminen, Seppo. 2007. Probiotic strains and their combination inhibit *in vitro* adhesion of pathogens to pig intestinal mucosa. Current Microbiology. 55(3):260-265.
- Cox, J.M. and Pavic, A. 2010. Advances in enteropathogen control in poultry production. Journal of Applied Microbiology. 108(3):745-755.

- Crushell, Ellen; Harty, Sinead; Sharif, Farhana and Bourke, Billy. 2004. Enteric *Campylobacter*: purging its secrets?. *Pediatric Research*. 55(1):3-12.
- Cummings, John H.; Antoine, Jean Michel; Azpiroz, Fernando; Bourdet-Sicard, Raphaele; Brandtzaeg, Per; Calder, Philip C.; Gibson, Glenn R.; Guarner, Francisco; Isolauri, Erika; Pannemans, Daphne, Shortt, Colette; Tuijelaars, Sandra and Watzl, Bernhard. 2004. PASSCLAIM - Gut health and immunity. *European Journal of Nutrition*. 43(Suppl.2):ii118-ii173.
- Drago, Lorenzo; Gismondo, Maria Rita; Lombardi, Alessandra; de Haën, Christoph and Gozzini, Luigia. 1997. Inhibition of *in vitro* growth of enteropathogens by new *Lactobacillus* isolates of human intestinal origin. *FEMS Microbiology Letters*. 153(2):455-463.
- EFSA. 2010a. European Food Safety Authority. Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Campylobacter* in broiler batches and of *Campylobacter* and *Salmonella* on broiler carcasses in the EU, 2008. Part A: *Campylobacter* and *Salmonella* prevalence estimates. *European Food Safety Authority Journal*. 8(3):1503. 100 p.
- EFSA. 2010b. European Food Safety Authority. Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Campylobacter* in broiler batches and of *Campylobacter* and *Salmonella* on broiler carcasses, in the EU, 2008. Part B: Analysis of factors associated with *Campylobacter* colonisation of broiler batches and with *Campylobacter* contamination of broiler carcasses; and investigation of the culture method diagnostic characteristics used to analyse broiler carcass samples. *European Food Safety Authority Journal*. 8(8):1522. 132 p.
- EFSA. 2011. European Food Safety Authority. Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Campylobacter* in broiler batches and of *Campylobacter* and *Salmonella* on broiler carcasses, in the EU, 2008. Part B: Analysis of factors associated with *Salmonella* contamination of broiler carcasses. *European Food Safety Authority Journal*. 9(2):2017. 85 p.
- EFSA-PBH. 2011. European Food Safety Authority-Panel on Biological Hazards. Scientific Opinion on *Campylobacter* in broiler meat production: control options and performance objectives and/or targets at different stages of the food chain. *European Food Safety Authority Journal*. 9(4):2105. 141 p.
- EFSA-PBH. 2010. European Food Safety Authority-Panel on Biological Hazards. Scientific opinion on quantification of the risk posed by broiler meat to human campylobacteriosis in the EU. *European Food Safety Authority Journal*. 8(1):1437. 89 p.
- Evans, S.J. 1992. Introduction and spread of thermophilic campylobacters in broiler flocks. *Veterinary Record*. 131(25-26):574-576.
- FAO/WHO. 2001. Food and Agriculture Organization of the United Nations-World Health Organization. Hazard identification, exposure assessment and hazard characterization of *Campylobacter* spp. in broiler chickens and *Vibrio* spp. in seafood. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on risk assessment of microbiological hazards in foods. 23-27 July. Geneva, Switzerland.
- Friedman, C.R.; Neimann, J.; Wegener, H.C. and Tauxe, R.V. 2000. Epidemiology of *Campylobacter jejuni* infections in the United States and other industrialized nations. In: *Campylobacter*. (pp. 121-138). (2nd. ed.). Washington D. C., USA: ASM (American Society for Microbiology) Press.
- Friedman, M.; Buick, R. and Elliott, C.T. 2006. Antimicrobial activities of plant

- compounds against antibiotic-resistant *Micrococcus luteus*. International Journal of Antimicrobial Agents. 28(2):156-158.
- Friedman, M., Henika, P.R. and Mandrell, R.E. 2002. Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica*. Journal of Food Protection. 65(10):1545-1560.
- Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. Journal of Applied Bacteriology. 66(5):365-378.
- Ganan, M.; Carrascosa, A.V.; de Pascual-Teresa, S. and Martínez-Rodríguez, A.J. 2009. Inhibition by yeast derived mannoproteins of adherence to and invasion of Caco-2 cells by *Campylobacter jejuni*. Journal of Food Protection. 72(1):55-59.
- Ganan, M.; Collins, M.; Rastall, R.; Hotchkiss, A.T.; Chau, H.K.; Carrascosa, A.V. and Martínez-Rodríguez, A.J. 2010. Inhibition by pectic oligosaccharides of the invasion of undifferentiated and differentiated Caco-2 cells by *Campylobacter jejuni*. International Journal of Food Microbiology. 137(2-3):181-185.
- Ganan, M.; Martínez-Rodríguez, A.J.; Carrascosa, A.V.; Vesterlund, S.; Salminen, S. and Satokari, R. 2012. Interaction of *Campylobacter* spp. and human probiotics in chicken intestinal mucus. Zoonoses and Public Health. (In press).
- García-C., Patricia; Valenzuela-S., Natalia; Rodríguez-L., M. Victoria; León-C., Eugenia y Fernández-J, Heriberto. 2009. Susceptibilidad antimicrobiana de *Campylobacter jejuni* aislado de coprocultivos en Santiago de Chile. Revista Chilena de Infectología. 26(6):511-514.
- Ghadban, G.S. 2002. Probiotics in broiler production - a review. Archiv Für Geflügelkunde. 66(2):49-58.
- Gibson, G.R.; McCartney, A.L. and Rastall R.A. 2005. Prebiotics and resistance to gastrointestinal infections. British Journal of Nutrition. 93(Suppl.1):S31-S34.
- Gill, Harsharnjit S. 2003. Probiotics to enhance anti-infective defences in the gastrointestinal tract. Best Practices & Research Clinical Gastroenterology. 17(5):755-773.
- Goode, D.; Allen, V.M. and Barrow, P.A. 2003. Reduction of experimental *Salmonella* and *Campylobacter* contamination of chicken skin by application of lytic bacteriophages. Applied and Environmental Microbiology. 69(8):5032-5036.
- Granić, Kornelija; Krčar, D.; Uhitil, Sunčica and Jakšić, Slavica. 2009. Determination of *Campylobacter* spp. in poultry slaughterhouses and poultry meat. Veterinarski Archiv. 79(5):491-497.
- Gutiérrez-Castillo, Adriana del Carmen; Paasch-Martínez, Leopoldo Henri y Calderón-Apodaca, Carmen Leticia. 2008. Salmonelosis y campilobacteriosis, las zoonosis emergentes de mayor expansión en el mundo. Veterinaria México. 39(1):81-90.
- Hakanen, Antti J.; Lehtopolku, Mirva; Siitonen, Aanja; Huovinen, Pentti and Kotilainen, Pirkko. 2003. Multidrug resistance in *Campylobacter jejuni* strains collected from Finnish patients during 1995-2000. Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 52(6):1035-1039.
- Hakkinen, M. and Schneitz, C. 1996. Efficacy of a commercial competitive exclusion product against a chicken pathogenic *Escherichia coli* and *E. coli* O157:H7. Veterinary Record. 139(6):139-141.
- Hakkinen, M. and Schneitz, C. 1999. Efficacy of a commercial competitive exclusion product against *Campylobacter jejuni*. British Poultry Science. 40(5):619-621.
- Hänninen, Marja Liisa; Perko-Mäkelä, Päivikki; Pitkälä, Anna and Rautelin,

- Hilpi. 2000. A three-year study of *Campylobacter jejuni* genotypes in humans with domestically acquired infections and in chicken samples from the Helsinki area. *Journal of Clinical Microbiology*. 38(5):1998-2000.
- Hannu, Timo; Kauppi, Markku; Tuomala, Marja; Laaksonen, Irja; Klemets, Peter and Kuusi, Markku. 2004. Reactive arthritis following an outbreak of *Campylobacter jejuni* infection. *The Journal of Rheumatology*. 31(3):528-530.
- Harris, L.J.; Daeschel, M.A.; Stiles, M.E. and Klaenhammer, T.R. 1989. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria against *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*. 52:384-387.
- Harris, Noreen V.; Weiss, Noel S. and Nolan, Charles M. 1986. The role of poultry and meats in the etiology of *Campylobacter jejuni/coli* enteritis. *American Journal of Public Health*. 76(4):407-411.
- Hermans, D.; Martel, A.; van Deun, K.; van Immerseel, F.; Heyndrickx, M.; Haesebrouck, F. and Pasmans, F. 2011. The cinnamon-oil ingredient *trans*-cinnamaldehyde fails to target *Campylobacter jejuni* strain KC 40 in the broiler chicken cecum despite marked *in vitro* activity. *Journal of Food Protection*. 74(10):1729-1734.
- Hirno, Siiri; Kelm, Sørge; Iwersen, Mathias; Hotta, Kyoto; Goso, Yukinobu; Ishihara, Kazuhiko; Suguri, Toshiaki; Morita, Minoru; Wadström, Torkel and Schauer, Roland. 1998. Inhibition of *Helicobacter pylori* sialic acid-specific haemagglutination by human gastrointestinal mucins and milk glycoproteins. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*. 20(4):275-281.
- Hofacre, Charles L. Primm, Nicholas D.; Vance, Kristen; Goodwin, Mark A. and Brown, John. 2000. Comparison of a lyophilized chicken-origin competitive exclusion culture, a lyophilized probiotic, and fresh turkey cecal material against *Salmonella* colonization. *The Journal of Applied Poultry Research*. 9(2):195-203.
- Hong, Joonbae; Kim, Jun Man; Jung, Woo Kyung; Kim, So Hyun; Bae, Wonki; Koo, Hye Cheong; Gil, Jereoyng; Kim, Maeum; Ser, Junghee and Park, Yong Ho. 2007. Prevalence and antibiotic resistance of *Campylobacter* spp. isolated from chicken meat, pork, and beef in Korea, from 2001 to 2006. *Journal of Food Protection*. 70(4):860-866.
- Huang, Jin-lin; Yin, Yan-Xin; Pan, Zhi-ming; Zhang, Gong, Zhu, Ai-ping; Liu, Xiu-fan and Jiao, Xin-an. 2010. Intranasal immunization with Chitosan/pCAGGS-flaA nanoparticles inhibits *Campylobacter jejuni* in a white leghorn model. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. Vol 2010:Article ID 589476. 8 p.
- Hudault, Sylvie; Liévin, Vanessa; Bernet-Camard, Marie Françoise and Servin, Alain L. 1997. Antagonistic activity exerted *in vitro* and *in vivo* by *Lactobacillus casei* (strain GG) against *Salmonella typhimurium* C5 infection. *Applied and Environmental Microbiology*. 63(2):513-518.
- Humphrey, T.J. and Cruickshank, J.G. 1985. Antibiotic and deoxycholate resistance in *Campylobacter jejuni* following freezing or heating. *Journal of Applied Microbiology*. 59(1):65-71.
- Jacobs-Reitsma, Wilma. 2000. *Campylobacter* in the food supply. In: *Campylobacter*. (467-481). (2nd. ed.). Washington D. C., USA: ASM (American Society for Microbiology) Press.
- Jaguszyn-Krynicka, Elżbieta Katarzyna; Łaniewski, Paweł and Wszyńska, Agnieszka. 2009. Update on *Campylobacter jejuni* vaccine development for preventing human campylobacteriosis. *Expert Review of Vaccines*. 8(5):625-645.

- Jin L.Z.; Ho. Y.W.; Abdullah N. and Jalaludin S. 1997. Probiotics in poultry: modes of action. *World's Poultry Science Journal*. 53(4):351-368.
- Juárez-Estrada, Marco Antonio; Molina-Hernández, Jessica Alejandra y González-Soto, Lourdes. 2010. Un probiótico definido aumenta la exclusión de *Salmonella enterica* serovariedad *Enteritidis* durante la crianza de aves ligeras. *Veterinaria México*. 41(1):25-43.
- Khoury, C.A. and Meinersmann, R.J. 1995. A genetic hybrid of the *Campylobacter jejuni* flaA gene with LT-B of *Escherichia coli* and assessment of the efficacy of the hybrid protein as an oral chicken vaccine. *Avian Diseases*. 39(4):812-820.
- Kollanoor-Johny, A.; Darre, M.J.; Donoghue, A.M.; Donoghue, D.J. and Venkitanarayanan, K. 2010. Antibacterial effect of *trans*-cinnamaldehyde, eugenol, carvacrol, and thymol on *Salmonella* Enteritidis and *Campylobacter jejuni* in chicken cecal contents in vitro. *The Journal of Applied Poultry Research*. 19(3):237-244.
- Kollanoor-Johny, A.; Darre, M.J.; Hoagland, T.A.; Schreiber, D.T.; Donoghue, A.M.; Donoghue, D.J. and Venkitanarayanan, K. 2008. Antibacterial effect of *trans*-cinnamaldehyde on *Salmonella* Enteritidis and *Campylobacter jejuni* in chicken drinking water. *The Journal of Applied Poultry Research*. 17(4):490-497.
- Kothary, Mahendra H. and Babu, Uma S. 2001. Infective dose of foodborne pathogens in volunteers: a review. *Journal of Food Safety*. 21(1):49-68.
- Lan, Pham Thi Ngoc; Hayashi, Hidenori; Sakamoto, Mitsuo and Benno, Yoshimi. 2002. Phylogenetic analysis of cecal microbiota in chicken by the use of 16S rDNA clone libraries. *Microbiology and Immunology*. 46(6):371-382.
- Lee, Margie D. and Newell, Diane G. 2006. *Campylobacter* in poultry: filling an ecological niche. *Avian Diseases*. 50(1):1-9.
- Leggett, Helen C.; Cornwallis, Charlie K. and West, Stuart A. 2012. Mechanisms of pathogenesis, infective dose and virulence in human parasites. *PLoS Pathogens*. 8(2):e1002512.
- Lemay, Marie Josée; Choquette, Julie; Delaquis, Pascal J.; Gariépy, Claude; Rodrigue, Natalie and Sausier, Linda. 2002. Antimicrobial effect of natural preservatives in a cooked and acidified chicken meat model. *International Journal of Food Microbiology*. 78(3):217-226.
- Loc-Carrillo, C.; Atterbury, R.J.; El-Shibiny, A.; Connerton, P.L.; Dillon, E.; Scott, A. and Connerton, I.F. 2005. Bacteriophage therapy to reduce *Campylobacter jejuni* colonization of broiler chickens. *Applied and Environmental Microbiology*. 71(11):6554-6563.
- Lu, Lei and Walker, W. Allan. 2001. Pathologic and physiologic interactions of bacteria with the gastrointestinal epithelium. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 73(6):1124S-1130S.
- Mabote, Keitumetse Idah; Mbewe, Moses and Ateba, Collins Njie. 2011. Prevalence of *Campylobacter* contamination in fresh chicken meat and milk obtained from markets in the North-West Province, South Africa. *Journal of Human Ecology*. 36(1):23-28.
- Mattick, Karen; Durham, Karen; Domingue, Gil; Jørgensen, Frieda; Sen, Mithu; Schaffner, Donald W. and Humphrey, Tom. 2003. The survival of foodborne pathogens during domestic washing-up and subsequent transfer onto washing-up sponges, kitchen surfaces and food. *Internacional Journal of Microbiology*. 85(3):213-226.
- McKay, A.M. 1990. Antimicrobial activity of *Enterococcus faecium* against *Listeria* spp. *Letters in Applied Microbiology*. 11(1):15-17.

- Miflin, J.; Templeton, J. and More, S. 2001. An improved sampling strategy for the study of *Campylobacter* spp. in poultry flocks. *International Journal of Medical Microbiology*. 291:38.
- Murphy, Geraldo S. Jr.; Echeverria, Peter; Jackson, Lyle R.; Arness, Mark K.; LeBron, Carlos and Pitarangsi, Chittima. 1996. Ciprofloxacin- and azithromycin-resistant *Campylobacter* causing traveler's diarrhea in U. S. troops deployed to Thailand in 1994. *Clinical Infectious Diseases*. 22(5):868-869.
- Nannapaneni, Ramakrishna; Chalova, Vesela I.; Crandall, Philip G.; Ricke, Steven C.; Jhonson, Michael G. and O'Bryan, Corliss A. 2009. *Campylobacter* and *Arcobacter* species sensitivity to commercial orange oil fractions. *International Journal of Food Microbiology*. 129(1):43-49.
- Newell, D.G. and Fearnley, C. 2003. Sources of *Campylobacter* colonization in broiler chickens. *Applied and Environmental Microbiology*. 69(8):4343-4351.
- Noor, S.M.; Husband, A.J. and Widders, P.R. 1995. *In ovo* oral vaccination with *Campylobacter jejuni* establishes early development of intestinal immunity in chickens. *British Poultry Science*. 36(4):563-573.
- Notario, Rodolfo; Borda, Noemí; Gambande, Telma; Bermejo, Joaquín; Ponessa, Adriana y Toledo, Virginia. 2011. Cepas de *Campylobacter jejuni* resistentes a quinolonas aisladas de humanos, gallinas y pollos. *Medicina*. 71:331-335.
- Nousiainen, Juha; Javanainen, Päivi; Setälä, Jouko and von Wright, Atte. 2004. Lactic acid bacteria as animal probiotics. In *Lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects*. (547-580). New York, USA: Marcel Dekker, Inc.
- Nurmi, E., Rantala, M. 1973. New aspects of *Salmonella* infections in broiler production. *Nature*. 241(5386):210-211.
- Ofek, Itzhak; Hasty, David L. and Sharon, Nathan. 2003. Anti-adhesion therapy of bacterial diseases: prospects and problems. *FEMS Immunology and Medical Microbiology* 38(3):181-191.
- Oldfield, E.C. 3rd. and Wallace, M.R. 2001. The role of antibiotics in the treatment of infectious diarrhea. *Gastroenterology Clinics of North America*. 30(3):817-836.
- Olsen, A.; Halm, M. and Jakobsen, M. 1995. The antimicrobial activity of lactic acid bacteria from fermented maize (kenkey) and their interactions during fermentation. *Journal of Applied Microbiology*. 79(5):506-512.
- Pasquali, F.; De Cesare, A.; Manfreda, G. and Franchini, A. 2011. *Campylobacter* control strategies in European poultry production. *World's Poultry Science Journal*. 67(1):5-18.
- Pearson, A.D.; Greenwood, M.H.; Donaldson, J.; Healing, T.D.; Jones, D.M.; Shahamat, M.; Feltham, R.K. and Colwell, R.R. 2000. Continuous source outbreak of campylobacteriosis traced to chicken. *Journal of Food Protection*. 63(3):309-314.
- Pantozzi, F.L.; Moredo, F.A.; Vigo, G.B. y Giacoboni, G.I. 2010. Resistencia a los antimicrobianos en bacterias indicadoras y zoonóticas aisladas de animales domésticos en Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*. 42:49-52.
- Piddock, Laura J.V. 1995. Quinolone resistance and *Campylobacter* spp. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 36(6):891-898.
- Qin, Z.R.; Fukata, T.; Baba, E. and Arakawa, A. 1995. Effect of lactose and *Lactobacillus acidophilus* on the colonization of *Salmonella enteritidis* in chicks concurrently infected with *Eimeria tenella*. *Avian Diseases*. 39(3):548-553.
- Rice, Brand E.; Rollins, David M.; Mallinson, Edward T.; Carr, Lewis and Joseph, Sam W. 1997. *Campylobacter jejuni* in broiler

- chickens: colonization and humoral immunity following oral vaccination and experimental infection. *Vaccine*. 15(17-18):1922-1932.
- Ritz, M.; Nauta, M.J.; Teunis, P.F.; van Leusden, F.; Federighi, M. and Havelaar, A.H. 2007. Modelling of *Campylobacter* survival in frozen chicken meat. *Journal of Applied Microbiology*. 103(3):594-600.
- Roller, Sibel. 2003. Natural antimicrobials for the minimal processing of foods. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited. 320 p.
- Salminen, S.; Bouley, C.; Boutron-Ruault, M.C.; Cummings, J.H.; Franck, A.; Gibson, G.R.; Isolauri, E.; Moreau, M.C.; Roberfroid, M. and Rowland, I. 1998. Functional food science and gastrointestinal physiology and function. *British Journal of Nutrition*. 80(Suppl.1):S147-S171.
- Sandine, W.E. 1979. Role of *Lactobacillus* in the intestinal tract. *Journal of Food Protection*. 42:259-262.
- Santin, E.; Maiorka, A.; Macari, M.; Grecco, M.; Sanchez, J.C.; Okada T.M. and Myasaka, A.M. 2001. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. *The Journal of Applied Poultry Research*. 10(3):236-244.
- Schillinger, Ulrich and Lücke, Friedrich Karl. 1989. Antibacterial activity of *Lactobacillus sake* isolated from meat. *Applied and Environmental Microbiology*. 55(8):1901-1906.
- Sharma, J.M. and Burmester, B.R. 1982. Resistance to Marek's disease at hatching in chickens vaccinated as embryos with the turkey herpesvirus. *Avian Diseases*. 26(1):134-149.
- Schneitz, Carita. 2005. Competitive exclusion in poultry - 30 years of research. *Food Control*. 16(8):657-667.
- Schneitz, C.; Kiiskinen, T.; Toivonen, V. and Näsi, M. 1998. Effect of BROILACT® on the physicochemical conditions and nutrient digestibility in the gastrointestinal tract of broilers. *Poultry Science*. 77(3):426-432.
- Schoeni, Jean L. and Wong, Amy C.M. 1994. Inhibition of *Campylobacter jejuni* colonization in chicks by defined competitive exclusion bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. 60(4):1191-1197.
- Shreeve, J.E.; Toszeghy, M.; Pattison, M. and Newell, D.G. 2000. Sequential spread of *Campylobacter* infection in a multipen broiler house. *Avian Diseases*. 44(4):983-988.
- Silva, Marta Laurencio; Quintana, Manuel Pérez; Barreras, Raúl Piad y Florido, Grethel Milián. 2005. Evaluación de la actividad probiótica de un producto de exclusión competitiva sobre indicadores microbiológicos en pollos de ceba. *Brazilian Journal of Food Technology. Edição Especial - V SIPAL (Simpósio Internacional de Producción de Alcoholes y Levaduras)*:103-108.
- Simon, P.M.; Goode, P.L.; Mobasser, A. and Zopf, D. 1997. Inhibition of *Helicobacter pylori* binding to gastrointestinal epithelial cells by sialic acid-containing oligosaccharides. *Infection and Immunity*. 65(2):750-757.
- Skånseng, Beate; Trosvik, Pål; Zimonja, Monika; Johnsen, Gro; Bjerrum, Lotte; Pedersen, Karl; Wallin, Nina and Rudi, Knut. 2007. Co-Infection dynamics of a major food-borne zoonotic pathogen in chicken. *PLoS Pathogens*. 3(11):e175.
- Smith-Palmer, A.; Steward, J. and Fyfe, L. 1998. Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. *Letters in Applied Microbiology*: 26(2):118-122.
- Solis de los Santos, F.; Donoghue, A.M.; Venkitanarayanan, K.; Metcalf, J.H.; Reyes-Herrera, I.; Dirain, M.L.; Aguiar,

- V.F.; Blore, P.J. and Donoghue, D.J. 2009. The natural feed additive caprylic acid decreases *Campylobacter jejuni* colonization in market-aged broiler chickens. *Poultry Science*. 88(1):61-64.
- Stanley, K. and Jones, K. 2003. Cattle and sheep farms as reservoirs of *Campylobacter*. *Journal of Applied Microbiology*. 94(Suppl.1):104-113.
- Stern, N.J. and Line, J.E. 1992. Comparison of three methods for recovery of *Campylobacter* spp. from broiler carcasses. *Journal of Food Protection*. 55(9):663-666.
- Stern, N.J.; Fedorka-Cray, P.; Bailey, J.S.; Cox, N.A.; Craven, S.E.; Hiatt, K.L.; Musgrove, M.T.; Ladely, S.; Cosby, D. and Mead, G.C. 2001. Distribution of *Campylobacter* spp. in selected U.S. poultry production and processing operations. *Journal of Food Protection*. 64(11):1705-1710.
- Susuki, K.; Atsumi, M.; Koga, M.; Hirata, K. and Yuki, N. 2004. Acute facial diplegia and hyperreflexia. A Guillain-Barré syndrome variant. *Neurology*. 62(5):825-827.
- Swayne, David E.; Beck, Joan R. and Kinney, Nikki. 2000. Failure of a recombinant fowl poxvirus vaccine containing an avian influenza hemagglutinin gene to provide consistent protection against influenza in chickens preimmunized with a fowl pox vaccine. *Avian Diseases*. 44(1):132-137.
- Thomas, Richard and Brooks, Tim. 2004. Common oligosaccharide moieties inhibit the adherence of typical and atypical respiratory pathogens. *Journal of Medical Microbiology*. 53(9):833-840.
- Van Deun, Kim; Pasmans, Frank; Van Immerseel, Filip; Ducatelle, Richard and Haesebrouck, Freddy. 2008. Butyrate protects Caco-2 cells from *Campylobacter jejuni* invasion and translocation. *British Journal of Nutrition*. 100(3):480-484.
- Vandeplas, Sabrina; Marcq, Christopher; Dubois-Dauphin, Robin; Beckers, Yves; Thonart, Philippe; and Théwis, André. 2008. Contamination of poultry flocks by the human pathogen *Campylobacter* spp. and strategies to reduce its prevalence at the farm level. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*. 12(3):317-334.
- WHO. 2005. World Health Organization. State of the art of vaccine research and development. Geneva, Switzerland. WHO/IVB/05.XX.
- WHO/FAO. 2009. World Health Organization-Food and Agriculture Organization of the United Nations. Evaluación de riesgos de *Campylobacter* spp. en pollos para asar: resumen interpretativo. Serie de evaluación de riesgos microbiológicos 11.
- Whyte, P.; Collins, J.D.; McGill, K.; Monahan, C. and O'Mahony, H. 2001. Quantitative investigation of the effects of chemical decontamination procedures on the microbiological status of broiler carcasses during processing. *Journal of Food Protection*. 64(2):179-183.
- Willis, Willie L. and Murray, Celestine. 1997. *Campylobacter jejuni* seasonal recovery observations of retail market broilers. *Poultry Science*. 76(2):314-317.
- Wittschier, N.; Lengsfeld, C.; Vortheims, S.; Stratmann, U.; Ernst, J.F.; Verspohl, E.J. and Hensel, A. 2007. Large molecules as anti-adhesive compounds against pathogens. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 59(6):777-786.
- Young, Kathryn T.; Davis, Lindsay M. and DiRita, Victor J. 2007. *Campylobacter jejuni*: molecular biology and pathogenesis. *Nature Reviews Microbiology*. 5:665-679.
- Zeng, Ximin; Xu, Fuzhou and Lin, Jun. 2010. Development and evaluation of CmeC subunit vaccine against *Campylobacter jejuni*. *Journal of Vaccines & Vaccination*. 1:112. 8 p.

- Zhang, Qijing and Plummer, Paul J. 2008. Mechanisms of antibiotic resistance in *Campylobacter*. In *Campylobacter*. (pp. 263-276). (3rd. ed.). Washington D. C., USA: ASM (American Society for Microbiology) Press.
- Ziprin, Richard L.; Hume, Michael E.; Young, Colin R. and Harvey, Roger B. 2002. Inoculation of chicks with viable non-colonizing strains of *Campylobacter jejuni*: evaluation of protection against a colonizing strain. *Current Microbiology*. 44(3):221-223.
- Zopf, D. and Roth, S. 1996. Oligosaccharide anti-infective agents. *The Lancet*. 347(9007):1017-1021.

Nota del editor: citas y referencias que aluden, por tergiversación, a “Ganan”, refieren a **Gañán**