

***Arcobacter*: un patógeno emergente de origen alimentario**

Gerardo Calvo, María Laura Arias, Heriberto Fernández

Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales y Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica.
Instituto de Microbiología Clínica. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

RESUMEN. En las últimas tres décadas, se han identificado gran número de enfermedades emergentes que afectan al ser humano, la mayoría de las cuales son de origen infeccioso e incluyen enfermedades bacterianas, virales, parasitarias, entre otras. Muchas de éstas son de origen zoonótico, tal es el caso de algunas especies de *Arcobacter*, actualmente consideradas bacterias emergentes y, también, asociadas a transmisión alimentaria y de creciente importancia en salud pública. El incremento en los datos de prevalencia e incidencia de casos asociados a esta sugiere que la infección en humanos y animales ha sido subestimada, debido a la carencia de conocimientos al respecto y de un protocolo estándar, universalmente aceptado, para el aislamiento primario de este organismo y al uso de correctos métodos y técnicas de identificación. El incremento en el hallazgo de *Arcobacter* en alimentos derivados de animales y en muestras tomadas durante el proceso de producción de alimentos, hace que aumente la preocupación en materia de salud pública, ya que aún se conoce muy poco del potencial patogénico de las especies *Arcobacter* y los pocos estudios que se han llevado a cabo, muestran una gran cantidad de especies hospederas y rutas de transmisión. Dado lo anterior, el objetivo de la presente revisión es el actualizar al lector en las características más destacadas de esta bacteria en cuanto a su morfología, distribución, clasificación, transmisión, asociación con aguas, alimentos, mascotas y animales de crianza, como también sobre su aislamiento en laboratorio, factores de virulencia y patrones de sensibilidad a antibióticos.

Palabras clave: *Arcobacter*, zoonosis, emergente, alimento

SUMMARY. *Arcobacter*: a foodborne emerging pathogen. In the last three decades, several emergent diseases affecting human beings have been identified, most of them from infectious origin including bacterial, viral, parasitic and even difficult to classify as spongiform encephalopathy. Most of these are zoonotic as it is the case of *Arcobacter*, currently considered as an emerging and food borne pathogen, of growing importance for public health. The increase in the prevalence and incidence of cases associated to this bacteria as well as in the number of actual researches and reports, suggest that the infection in human beings and animals has been underestimated due to a lack in knowledge about this bacteria and of a standardized isolation protocols, as well as the use of correct identification methods and techniques. Increasing trends in the isolation of *Arcobacter* from animal derivatives used as food and from samples taken during production processes, cause an augment in public health awareness, since there is little knowledge about the pathogenic potential of *Arcobacter* species and the few focused in this bacterial group, show many different transmission routes and host species. Given this, the objective of the present review is to actualize the reader in the most important characteristics of this bacterium, including its morphology, distribution, classification, transmission, association with water, food, pets and animals, as well as the laboratory isolation techniques, virulence factors and their antibiotic susceptibility patterns. Key words: *Arcobacter*, zoonosis, emergent, food

INTRODUCCIÓN

En las últimas tres décadas, se han identificado gran número de enfermedades emergentes que afectan al ser humano, la mayoría de las cuales son de origen infeccioso e incluyen enfermedades bacterianas, virales, parasitarias y hasta de difícil clasificación, como las encefalopatías espongiiformes. Muchas de éstas son de origen zoonótico, resultado de la transmisión a humanos de patógenos de otras especies animales (1). Tal es el caso de *Arcobacter*, una bacteria emergente, asociada a alimentos y de gran importancia en salud pública.

Características del género *Arcobacter*.

Es un bacilo Gram negativo curvo, en forma de S cuando está en cultivos jóvenes y de forma cocoide o esférica en cultivos viejos. Es una bacteria no esporulada y su tamaño oscila entre 0,2 y 0,9 µm de ancho, con un largo entre 0,5 y 3,0 µm. Es móvil debido a la presencia de flagelos polares simples (2).

Las colonias de *Arcobacter* usualmente carecen de pigmentos, todas las especies tienen actividad oxidasa, presentan reacción negativa con el rojo de metilo y con el Voges-Proskauer, no producen indol, excepto *A. mytili* y *A. molluscorum*. La mayoría de

las especies reducen nitratos y no hidrolizan el hipurato. Son quimioorganotróficas y utilizan una gran variedad de fuentes de carbono como ácidos orgánicos y aminoácidos (2,3).

Dentro de sus características y por las cuales se diferencia del género *Campylobacter* se encuentra el que puede crecer en un rango de temperaturas que oscila entre los 15 - 42°C, en condiciones aerobias o anaerobias. Sin embargo, el crecimiento óptimo en el primo aislamiento ocurre bajo condiciones de microaerofilia (3-10 % O₂) y no requiere hidrógeno para su crecimiento (2,4). Su T_m(e), o temperatura a la cual un 50% del ADN-ARNr híbrido es desnaturalizado es, en promedio, de 66 °C (2) y poseen un contenido G + C entre un 27% y un 30% mol (4).

Esta bacteria fue aislada por primera vez a partir de fetos bovinos abortados de manera espontánea en 1977 y posteriormente fue también aislada a partir de fetos de cerdo (5, 6).

La bacteria fue inicialmente nombrada como *Campylobacter* aerotolerante por Neill *et al.* (7), no obstante su nombre fue cambiado luego a *Campylobacter* *cryaerophila* por Neill *et al.* en 1985 (8) y, finalmente, Vandamme *et al.* (2), propusieron la creación del género *Arcobacter*.

Actualmente, el género consta de 17 especies reconocidas: *Arcobacter* *butzleri*, *A. cryaerophilus* (Group 1A y 1B), *A. skirrowii*, *A. nitrofigilis*, *A. cibarius*, *A. halophilus*, y las especies recientemente descritas, *A. molluscorum*, *A. defluvii*, *A. marinus*, *A. trophiarum*, *A. mytili*, *A. thereius*, *A. ellisii*, *A. bivalviorum*, *A. venerupis*, *A. cloacae* y *A. suis* (3, 9-18).

En el año 2002 fue descrita una bacteria autotrófica marina sulfuro-oxidante que produce filamentos hidrofílicos sulfurados como producto metabólico. Los análisis filogenéticos la ubican en el género *Arcobacter* y se le ha asignado el nombre de "*Candidatus Arcobacter sulfidicus*", pero aún no se cuenta con su descripción formal (19).

Distribución

El género *Arcobacter* ha sido aislado a partir de ganado vacuno, porcino, ovino, caprino, en pollo y otras aves de corral, como también en fetos de abortos porcinos y bovinos, productos cárnicos, moluscos y leche.

Algunas especies de *Arcobacter* han sido aisladas en superficies de plantas procesadoras de carne, de agua potable, de alcantarillas, agua de río y de mar.

Sin embargo, su mayor prevalencia se encuentra en carne de pollo, seguida de cerdo y luego por carne de res (4, 20-23). Su aislamiento a partir de productos cárnicos ha sido reportado a nivel mundial, incluyendo estudios realizados en Tailandia (24), Irlanda del Norte (25), Turquía (26), México (27), Estados Unidos (28), en los Países Bajos (29) y en Costa Rica (30).

Los miembros de género *Arcobacter* no son parte de la flora intestinal y el humano se puede infectar por la presencia de este organismo en alimentos de origen animal o en agua, entre otras vías de transmisión que aún no están bien definidas (4).

Especies de *Arcobacter* descritas

La taxonomía del género *Arcobacter*, así como la de los otros géneros bacterianos se basa principalmente en el análisis del gen ARNr 16S (31). Para las 17 especies de *Arcobacter* descritas, se cuenta con similitudes interespecíficas desde 92,1% hasta un 98,9%. Las especies más relacionadas entre sí son *A. cibarius* y *A. cryaerophilus*, y las menos relacionadas son *A. thereius* y *A. halophilus*. A continuación, se describe brevemente cada una de las especies descritas hasta el momento:

Arcobacter nitrofigilis

Esta bacteria es la especie tipo del género y fue inicialmente aislada en el año 1983 por McClung *et al.* (10), en la costa este de Canadá. Es una bacteria fijadora de nitrógeno y fue encontrada en asociación con las raíces de *Spartina alterniflora*, una planta acuática. Esta bacteria ha sido aislada de diversas muestras tales como, heces, tractos reproductivos y fetos producto de abortos de muchos animales de granja, así como de muestras de leche de vaca que tenían mastitis (7).

Arcobacter skirrowii

Esta especie de *Arcobacter* fue inicialmente aislada de muestras de heces de ovejas con diarrea, productos de abortos en cerdos, fetos bovinos y ovinos, además de encontrarlo en prepucio de toros. Ha sido asociada a pacientes ancianos con diarreas crónicas y en algunas ocasiones con gastroenteritis, tanto en adultos como en niños (33).

Arcobacter butzleri

Inicialmente fue aislada de muestras humanas y de animales con diarrea (34). Las infecciones causadas por esta bacteria se caracterizan por una diarrea

acuosa con dolor abdominal, náuseas y vómito y, en algunas ocasiones, también se presentan casos con fiebre (35), lo cual contrasta con la diarrea sanguinolenta asociada a *C. jejuni*.

El mecanismo por el cual esta bacteria produce la diarrea acuosa no está bien dilucidado. No obstante, se ha descrito que tiene capacidad de adherencia al epitelio, que causa una disfunción de la barrera epitelial induciendo cambios en las proteínas de unión estrecha (tight junction proteins), además de inducir la apoptosis epitelial, con lo cual produce una diarrea tipo fuga de flujo (36-37).

Se ha sugerido que este microorganismo tiene el potencial de invadir otras partes del cuerpo y producir complicaciones, ya que se ha aislado de pacientes con cirrosis hepática y apendicitis gangrenosa aguda (38).

Esta bacteria se ha asociado a diarrea crónica y a casos de diarrea del viajero; en un estudio realizado por Teague *et al.* (39) en Tailandia se aisló *A. butzleri* en un 13% de los platillos servidos en los mejores cinco restaurantes en Bangkok. También Jiang *et al.* (40) en Guatemala, México e India, encontraron un 8% de casos positivos de diarrea por *A. butzleri* en visitantes de estas ciudades.

Arcobacter cryaerophilus

A. cryaerophilus es la especie de *Arcobacter* predominantemente asociada a casos de aborto en animales. Se ha aislado también de pacientes con cáncer, fallo renal y hasta en pacientes con hiperuricemia y alcoholismo (41). También se ha aislado en Suiza a partir de muestras de heces de trabajadores de mataderos, sin síntomas de infección (42).

Dentro de esta especie se encuentran dos grupos denominados 1A y 1B o 1 y 2, los cuales se han separado mediante diferentes RFLP (restriction fragment length polymorphisms) de los genes 16s y 23s (34), además del contenido total de proteínas celulares y ácidos grasos (9). El grupo 1A es el más prevalente (3, 42-43). No obstante, ambos grupos han sido aislados simultáneamente en muestras de alimentos y en muestras clínicas de animales y humanos (3, 42). Algunos estudios han planteado la necesidad de separar estos dos grupos en dos especies distintas pero, estudios recientes realizados por Debruyne, L. *et al.* (41), basándose en AFLP y secuencias del gen hsp60, rechazan esta separación.

Arcobacter cibarius

Descrita en el 2005 por Houf *et al.* (11), fue aislada de carne de pollos en Bélgica. Comparaciones del gen 16S ARNr revelan similitudes del 97,5% con *A. cryaerophilus* y un 96,5% con respecto a *A. butzleri*.

Arcobacter halophilus

Es una especie que fue recuperada en una laguna hipersalina en Hawái en el año 2005, siendo la única especie halofílica obligada del género (12).

Arcobacter mytili

Fue aislada de mejillones y de muestras de agua salobre en Cataluña, en el Noreste de España y presenta la característica de ser incapaz de hidrolizar el indoxil acetato (3).

Arcobacter thereius

Aislado en el año 2009 en Dinamarca por Houf. y colaboradores (17), se ha recuperado de hígados y riñones de cerdos con abortos espontáneos y en muestras de las cloacas de patos. No se ha detectado en muestras humanas (45).

Arcobacter marinus

Esta especie ha sido descrita con base a una sola cepa. Fue aislada de una mezcla de agua marina, estrellas de mar y algas en Corea. Aún no se ha encontrado en mamíferos (15). Difiere fenotípicamente de *A. halophilus* por su capacidad de crecer en condiciones aerobias a 10 °C y por su incapacidad de crecer bajo condiciones anaerobias (15).

Arcobacter trophiarum

Fue aislado en Bélgica en muestras de heces de cerdos de engorde y en animales estabulados y produce el mismo patrón RFLP que *A. butzleri* (16,21).

Arcobacter molluscorum

Aislada de muestras de ostras y mejillones. Esta bacteria tiene una similitud del 97,6% con *A. marinus*, seguido de un 95,6% con *A. halophilus* y un 94,7% con *A. mytili*. Esta especie es incapaz de hidrolizar la urea y el indoxil acetato (13).

Arcobacter defluvii

Aislado en el año 2010 de muestras de aguas residuales; presenta la mayor similitud del gen 16S ARNr con *A. nitrofigilis* (95,6%) (14).

Arcobacter ellisii

Esta especie fue aislada de tres muestras de mejillones en España y debe su nombre a W.A. Ellis, quien hizo la descripción de los primeros aislamientos de *Arcobacter* a partir de fetos bovinos abortados (46).

Arcobacter bivalviorum

Descrito en el año 2012, por Levicán *et al.* (18) a partir de muestras de bivalvos, provenientes de muestras recolectadas en el delta del río Ebro, en Cataluña, España.

Arcobacter venerupis

Al igual que *A. bivalviorum*, se aisló en muestras de moluscos recolectadas en el delta del río Ebro, en Cataluña (18).

Arcobacter cloacae* sp. nov. y**Arcobacter suis* sp. nov**

Estas especies fueron aisladas a partir de muestras de ostiones, carne de pollo y aguas negras. Dados su patrón de 16S rDNA-RFLP y su secuenciación genética, fueron clasificadas como dos especies diferentes a las anteriormente descritas (18).

Candidatus Arcobacter sulfidicus

En el año 2002 fue descrita una bacteria marina, microaerofílica, autotrófica y sulfuro-oxidante que produce filamentos hidrofílicos sulfurados como producto metabólico. Se ha propuesto como una nueva especie potencial. No obstante, aún no se cuenta con su descripción oficial ni con su reconocimiento formal como entidad taxonómica (19).

Importancia clínica y prevalencia de *Arcobacter* en humanos

El rol de las especies de *Arcobacter* como causantes de patología humana y animal no ha sido totalmente establecido y sólo tres especies, *A. butzleri*, *A. cryaerophilus* y *A. skirrowii*, han sido asociadas con padecimientos gastrointestinales, siendo la diarrea el principal síntoma reportado (21, 45, 47-49). También se ha reportado en varios estudios la existencia de portadores asintomáticos de especies de *Arcobacter* con lo cual aumentan las dudas sobre el potencial patológico de este género bacteriano (32, 42, 48).

La infección con *Arcobacter* puede ocurrir por contaminación cruzada en la manipulación de alimentos, el

consumo de alimentos de origen animal contaminados, consumo de agua contaminada o por contaminación directa con materia fecal, tanto animal como humana y se ha postulado la infección por el contacto con humanos infectados (21, 42). Es posible que en la transmisión hídrica tengan participación amebas de vida libre, como *Acanthamoeba castellanii* con la cual, *A. butzleri* puede establecer endosimbiosis sobreviviendo al interior del protozoo al menos por 10 días (50).

La gravedad del cuadro clínico en las infecciones de *Arcobacter* es muy variada, presentándose desde infecciones asintomáticas (32, 42, 48), diarreas leves, diarreas crónicas y abundantes, hasta casos entéricos graves que ameritan hospitalización, como en el caso de un brote en una escuela en Italia en el año 1992, en el cual diez niños fueron afectados por *A. butzleri*, tres de los cuales fueron hospitalizados, el síntoma principal fue calambres abdominales sin diarrea (51).

La prevalencia de las especies de *Arcobacter* depende de muchos factores propios de la metodología de detección (33). Existe una carencia de un protocolo oficial y un método de aislamiento que actúe como estándar de oro para la identificación de *Arcobacter* (22, 35, 48), lo cual ha causado que los valores de la prevalencia de los distintos estudios no puedan ser comparados entre sí (22). Sin embargo, el reporte de casos y prevalencia evidencia que existe un impacto importante por parte de especies de *Arcobacter* en la salud humana y animal.

Usando métodos de cultivo, la prevalencia reportada de *Arcobacter* en muestras de heces diarreicas en los estudios poblacionales puede variar entre 0,1% en África hasta un 2,4% en Tailandia. Sin embargo, usando métodos moleculares (m-PCR) se encuentra una prevalencia mayor, que oscila entre un 1,2% en Francia hasta un 12,9% en Sudáfrica (21).

Algo que es común en todos los estudios, ya sea que utilicen métodos de aislamiento o moleculares, es que *A. butzleri* presenta la mayor prevalencia, seguido por *A. cryaerophilus* y luego *A. skirrowii* (32, 33).

La coinfección de *Arcobacter* con otros enteropatógenos, incluyendo *C. jejuni*, *C. coli*, *C. concisus* y *Helicobacter pylori* ha sido reconocida (32). Hasta el momento, no se ha establecido de manera clara cuál es el rol que juegan en la infección las características del hospedero, incluyendo edad, sexo y estado inmunológico pero, al igual que con otros patógenos, se estima que son factores predisponentes, que facilitan o

propician la infección. Feraet al. (52) plantean que factores como el estado de salud, la hipertensión y el diámetro de la circunferencia del abdomen, son factores predisponentes para la infección por *Arcobacter* y por otros microorganismos similares.

En los últimos años y a partir de estudios realizados en México, Guatemala e India, se logró demostrar que especies de este género han actuado como agentes causales de diarrea del viajero (40) y en muy pocas situaciones se ha asociado a bacteremia (38).

***Arcobacter* en animales**

El género *Arcobacter* ha sido aislado de muestras del tracto intestinal y muestras de heces de diferentes animales de granja tales como pollos, vacas y cerdos (33), también en otros animales domésticos y salvajes, como perros, peces, moluscos, tortugas, avestruces, monos, mapaches y alpacas (33, 47, 49, 53, 55, 56). En los animales los efectos más serios de la infección varían desde abortos, mastitis y diarrea. Sin embargo, al igual que en los humanos, esta bacteria se ha aislado de animales asintomáticos (33).

Se ha aislado *Arcobacter* en muestras fecales de ganado vacuno (23, 33, 56), en cerdos (33, 42), pollos (33), ovejas y caballos (23). La prevalencia de las distintas especies de *Arcobacter* en animales sanos varía de país a país, pero se observa una menor prevalencia en ganado vacuno que en cerdos (20).

A pesar de que en la carne de pollo se aísla con mucha frecuencia *Arcobacter* spp., la bacteria no se aísla con la misma frecuencia en su tracto intestinal (31). La posible explicación a esta situación sería que la bacteria solamente pasa a través del tracto digestivo sin colonizarlo, posiblemente debido a que la alta temperatura corporal de los pollos (41°C) no contribuiría a crear un hábitat favorable para las especies de *Arcobacter* (31).

La edad de los animales también se ha asociado con la prevalencia de *Arcobacter*. Wesley y Baetz (31), observaron mayores prevalencias en pollos de 56 semanas de edad (57%) con respecto a los pollos de 8 y 16 semanas (1% y 3% respectivamente). En cerdos se observó el mismo fenómeno en Bélgica (56), esto quizá por una mayor tiempo de exposición a un ambiente contaminado, aunque este aspecto está todavía en discusión (20), especialmente porque en algunos estudios en ganado se ha reportado un fenómeno similar al encontrar mayor prevalencia de *A. butzleri* en

vacas que en terneros (28), contrastando con otros, en los que la mayor prevalencia se encuentra en terneros y no en vacas adultas (56).

Rutas de transmisión de *Arcobacter*

Arcobacter es un patógeno potencial de transmisión alimentaria y por vía hídrica (41, 57-59). Además, las especies de *Arcobacter* han sido definidas como agentes de potencial zoonótico debido a su rol patogénico en humanos y animales (20, 60).

Arcobacter spp. es frecuentemente aislado en muestras de origen animal, tales como pollo, cerdo, res y ovejas, la mayor incidencia se encuentra en pollos, seguido de cerdos y luego res (20). La alta prevalencia de *Arcobacter* en los tractos intestinales y muestras fecales de los animales de granja y en muchos productos de carne apoya la hipótesis de que los alimentos son una de sus principales rutas de transmisión (33), planteando que el mal manejo de los alimentos crudos o el consumo de alimentos mal cocidos contaminados de origen animal como carne, leche, mariscos o comida marina son la vía más probable de transmisión de *Arcobacter* (3, 23).

Por otro lado, el agua tiene un rol importante en la transmisión de las especies de *Arcobacter*, tanto para los animales como para los humanos. Se ha estimado que cerca del 63% de las infecciones en humanos se debe al consumo o contacto con agua contaminada (20, 34, 60). Esta bacteria también ha sido recuperada de muestras de aguas ambientales como ríos, lagos, aguas subterráneas y aguas marinas, así como en plankton (47).

Una ruta adicional de transmisión que ha sido planteada para esta bacteria es el contacto cercano con mascotas como perros y gatos, o con sus heces (17, 33, 47, 51, 55). Se ha demostrado transmisión trasplacentaria de *Arcobacter* spp. en cerdas preñadas, así como transmisión horizontal o postnatal de las crías por parte de sus madres, de otros recién nacidos o del ambiente (20).

La transmisión se ve favorecida por características propias de la bacteria que la hacen resistente a ambientes adversos, incluyendo su tolerancia a altas concentraciones de hipoclorito de sodio, a metales pesados, su capacidad de crecer a bajas temperaturas, en ambientes secos y de adherirse a diversas superficies (61). En este sentido, también debe tenerse en cuenta su capacidad para establecer endosimbiosis con amebas de

vida libre, las cuales, además de servirle de transporte, pueden proteger a la bacteria de factores ambientales adversos (50).

Aislamiento y detección

No existe un medio ni un procedimiento estandarizado de referencia para el aislamiento de *Arcobacter* (21) y los medios ensayados para su aislamiento no son de uso cotidiano en los laboratorios clínicos y en algunas ocasiones en los laboratorios de alimentos, por lo que se dificulta aún más el hallazgo e identificación de esta bacteria. Aunado a esto, el uso de antimicrobianos en los medios de aislamiento es de vital importancia para poder aislar *Arcobacter* en muestras de heces, agua y alimentos, ya que la presencia de este microorganismo raramente ocurre como la bacteria dominante en las muestras (22).

Uno de los protocolos más utilizados para el aislamiento de esta bacteria incluye la utilización de un caldo de enriquecimiento suplementado con cefoperazona, anfotericina B y teicoplanina (caldo CAT). Este paso de enriquecimiento es seguido por un aislamiento selectivo, el cual puede realizarse por filtración pasiva en membrana de 0,45 μm colocada sobre agar sangre (21) o utilizando medios con agar y antibióticos, tales como el agar *Arcobacter* y el medio semisólido de Ellinghausen-McCulloch-Johnson-Harris.

También se han desarrollado varios métodos moleculares para la detección de este microorganismo, los cuales han mejorado la sensibilidad y reducido el tiempo requerido por los métodos convencionales para la detección de *Arcobacter* pero, aún no existe consenso en los protocolos a utilizar (21). El más utilizado es el m-PCR usando como blanco los genes 16S o el 23S ARN ribosomal, desarrollado por Houf et al. (22).

Factores de virulencia y patogenicidad

La patogenicidad y los mecanismos de virulencia de *Arcobacter* no han sido estudiados a profundidad y aun no son comprendidos en su totalidad, a pesar de que varios estudios han intentado demostrar la capacidad de adherencia, de invasión y la citotoxicidad de esta bacteria en varias líneas celulares (4, 20, 21).

En general, estos estudios han encontrado que las cepas de *A. butzleri* mostraron un 50% (36/72) y un 100% (78/78) de adherencia, 13% (4/30) de invasión y un 83% (133/161) citotoxicidad (4, 20, 21, 37).

Por otro lado, en el caso de *A. cryaerophilus* se ha

demostrado que un 64% (14/22) de las cepas mostraron en los cultivos celulares la capacidad de adherencia, invasión un 50% (5/10) y un 100% (14/14) causó citotoxicidad (4, 20, 21). Esta es la especie que presenta mayor capacidad de invasión. La virulencia de esta especie fue de las primeras que se describió cuando se observó que las cepas investigadas inducían la acumulación de fluidos y electrolitos en ensayos en intestino de rata y mostró invasión en cultivos celulares en las células Hep-2 (21).

Para el caso de *A. skirrowi*, de 19 cepas evaluadas, todas presentaron la capacidad de adherencia y ninguna la capacidad de invadir las células. Sin embargo, un 89% (17/19) de las cepas demostraron citotoxicidad en cultivos celulares (20).

Resistencia a antibióticos

La mayoría de los casos de enteritis causada por *Arcobacter* son autolimitadas y no requieren de terapia antimicrobiana, aunque la severidad y prolongación de los síntomas pueden justificar la antibioticoterapia. Para el caso de *Arcobacter* no se han estandarizado los test de susceptibilidad y se han ensayado E-test, dilución en agar, difusión en agar por discos, métodos de microdilución en caldo (11, 47, 48, 62), los cuales han revelado que algunas cepas de *A. butzleri* son resistentes a la clindamicina, azitromicina, ciprofloxacina, metronidazole, carbenicilina, a la cefoperazona, al cloranfenicol y ampicilina (11, 39, 62).

El tratamiento con fluoroquinolonas y tetraciclina se ha propuesto para el tratamiento de las infecciones por *Arcobacter* tanto en animales como en humanos (48) ya que estos presentan una buena actividad contra las cepas de *Arcobacter* (47, 48).

CONCLUSIONES

A pesar de que *Arcobacter* sp. no es el microorganismo de mayor importancia para la salud pública ni cuenta con la importancia que se le brinda a otros enteropatógenos de transmisión alimentaria, el incremento en los datos de prevalencia e incidencia de casos y el aumento de reportes e investigaciones sugiere que la infección en humanos y animales ha sido subestimada, debido a la carencia de un protocolo estándar para el aislamiento primario de este organismo y al uso de correctos métodos y técnicas de identificación.

La tendencia en el incremento en el hallazgo de

Arcobacter en alimentos derivados de animales y en muestras tomadas durante el proceso de producción de alimentos, hace que aumente la preocupación en materia de salud pública, ya que aún se conoce muy poco del potencial patogénico de las especies de *Arcobacter* y los pocos estudios que se han llevado a cabo, muestran una gran cantidad de especies hospederas y muchas rutas distintas de transmisión.

Es necesario el desarrollo de métodos y protocolos de aislamiento e identificación para *Arcobacter*, uniformes eficientes, robustos y fáciles de implementar. La utilización de métodos moleculares, se plantea como una opción de alta sensibilidad y especificidad para la identificación de *Arcobacter* en diferentes matrices.

En Costa Rica, ya se ha reportado la presencia de *Arcobacter* en carne de pollo, pero aún se desconoce la prevalencia, tanto en pollo como en otros alimentos de origen animal, al igual que en agua de consumo, mataderos, animales y en humanos sanos y sintomáticos, etc. Es evidente la creciente importancia de esta bacteria en la salud pública, no obstante, aún hay mucha investigación que realizar al respecto.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento recibido a través de los proyectos 803 B1 039, Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica y Fondecyt 1110202

REFERENCIAS

1. Kershenobich D. Enfermedades Emergentes. El ejercicio actual de la Medicina. UNAM. 2008.
2. Vandamme P & De Ley J. Proposal for a New Family, Campylobacteraceae. Int. J. System. Bacteriol. 1991. 41: 451-455
3. Collado L, Guarro J & Figueras M. Prevalence of *Arcobacter* in meat and shellfish. J. Food Prot. 2009. 72: 1102-1106.
4. Shah A.A, Saleha Z, Zunita M & Murugaiyah M. *Arcobacter* an emerging threat to animals and animal origin food products?. Trends Food Sci. Technol. 2011. 22: 225-236.
5. Ellis W, Neill S, O'Brien J, Ferguson H & Hanna J. Isolation of *Spirillum*/Vibrio-like organisms from bovine fetuses. Vet. Record. 1977. 100: 451-452.
6. Ellis W, Neill S, O'Brien J & Hanna J. Isolation of *Spirillum* like organism from pig fetuses. Vet. Record. 1978. 102: 106.
7. Neill S, Campbell J, O'Brien J, Weatherup S & Ellis W. Taxonomic position of *Campylobacter cryoaerophila* species nov. Int. J. System. Bacteriol. 1985. 35: 342-356.
8. Neill S, Ellis W & O'Brien J. Designation of aerotolerant *Campylobacter* like organism from porcine and bovine abortion to the genus *Campylobacter*. Research Vet. Sci. 1979. 27: 180-186.
9. Vandamme P, Vancanneyt M, Pot B, Mels L, Hoste B, Dewettinck D, Vlaes L, Van den Borre C, Higgins R, & Hommez J. Polyphasic taxonomic study of the emended genus *Arcobacter butzleri* comb. nov. and *Arcobacter skirrowii* sp. nov., an aerotolerant bacterium isolated from veterinary specimens. Int. J. System. Bacteriol. 1992. 42: 344-356.
10. McClung C, Patriquin D & Davis R. *Campylobacter nitrofigilis* sp. nov, a nitrogen-fixing bacterium associated with roots of *Spartina alterniflora* Loisel. Int. J. System. Bacteriol. 1983. 33: 605-612
11. Houf K, On S, Coenye T, Mast J, Van Hoof J & Vandamme P. *Arcobacter cibarius* sp. nov isolated from broiler carcasses. Int. J. System. Evol. Microbiol. 2005. 55: 713-717.
12. Donachie S, Bowman J, On S & Alam M. *Arcobacter halophilus* sp. nov., the first obligate halophile in the genus *Arcobacter*. Int. J. System. Evol. Microbiol. 2005. 55: 1271-1277.
13. Figueras M, Collado L, Levican A, Perez J, Solsona M & Yustes C. *Arcobacter molluscorum* sp. nov., New species isolated from shellfish. Int. J. System. Evol. Microbiol. 2011. 34: 105-109.
14. Collado L, Levican A, Perez J, & Figueras M. *Arcobacter defluvii* sp. nov., isolated from sewage. Int. J. System. Evol. Microbiol. 2010. 61: 2155-2161.
15. Kim H, Hwang C, & Cho B. *Arcobacter marinus* sp. nov., Int. J. System. Evol. Microbiol. 2010. 60: 2172-2178.
16. De Smet, S, Vandamme P, De Zutter L, On SL, Doudah L, Houf K. *Arcobacter trophiarum* sp. nov., isolated from fattening pigs. Int. J. System. Evol. Microbiol. 2011. 61: 356-361.
17. Houf K, On S, Coenye T, Debruyne L, De Smet S & Vandamme P. *Arcobacter thereius* sp. nov., isolated from pigs and ducks. Int. J. System. Evol. Microbiol. 2009. 59: 2599-2604.
18. Levican A, Collado L, Aguilar C, Yustes C, Diéguez A, & Romalde J, Figueras MJ. *Arcobacter bivalviorum* sp. nov. and *Arcobacter veneriupis* sp. nov., new species isolated from shellfish. System. Appl. Microbiol. 2012. 35: 133-138.
19. Wirsén C, Siever, S, Cavanaugh C, Molyneaux S, Ahmad A, & Taylor L. Characterization of an autotrophic sulfide-oxidizing marine *Arcobacter* species that

- produces filamentous sulfur. Appl. Environm. Microbiol. 2002. 68: 316-325.
20. Ho H, Lipman L & Gastra W. *Arcobacter*, what is known and unknown about a potential foodborne zoonotic agent!. Vet. Microbiol. 2006. 115: 1-13.
 21. Collado L & Figueras M. Taxonomy, epidemiology and clinical relevance of the genus *Arcobacter*. Clin. Microbiol. Rev. 2011. 24: 174-192.
 22. Houf K, Devriese L, De Zutter L, Van Hoof J, & Vandamme P. Susceptibility of *Arcobacter butzleri*, *Arcobacter cryaerophilus*, and *Arcobacter skirrowii* to Antimicrobial Agents Used in Selective Media. J. Clin. Microbiol. 2001. 39: 1654-1656.
 23. Van Driessche E., Houf K, Van Hoof J, De Zutter L, & Vandamme, P. Isolation of *Arcobacter* species from animal feces. FEMS Microbiology Letters. 2003. 229: 243-248.
 24. Vindigni S, Srijan Wongstitwilairoon, B, Marcus R, Meek J, Riley P, & Mason C. Prevalence of foodborne microorganisms in retail foods in Thailand. Foodborne Path Dis. 2007. 4: 208-215.
 25. Scullion R, Harrington S, & Madden R. Prevalence of *Arcobacter* spp. in raw and retail raw milk and retail meats in Northern Ireland. J. Food Prot. 2006. 69: 1986-1990.
 26. Aydin F, Gumussoy S, Atabay H, Ica T & Abay S. Prevalence and distribution of *Arcobacter* species in Turkey and molecular analysis of isolated strains by ERIC-PCR. J. Appl. Microbiol. 2007. 103: 27-35.
 27. Villaruel-Lopez A, Márquez-González M, Garay-Martínez L, Zepeda H, Castillo A, Mota de la Garza L, Murano E, & Torres-Vitela R. Isolation of *Arcobacter* spp. from retail meats and cytotoxic effects of isolates against vero cells. J. Food Prot. 2003. 66: 1374-1378.
 28. Golla S, Murano E, Johnson L, Tipton N, Cureington E, & Savell J. Determination of the occurrence of *Arcobacter butzleri* in beef and dairy cattle from Texas by various isolation methods. J. Food Prot. 2002. 65: 1849-1853.
 29. De Boer E, Tilburg J, Woodward D, Lior H, & Johnson M. A selective medium for the isolation of *Arcobacter* from meats. Lett. Appl. Microbiol. 1996. 23: 64-66.
 30. Arias M, Cid A, & Fernández H. *Arcobacter butzleri*: First isolation report from chicken carcasses in Costa Rica. Braz. J. Microbiol. 2011. 42: 703-706.
 31. Wesley I, & Miller G. *Arcobacter* an opportunistic human food-borne pathogen?, In: Scheld, W.M., Grayson, M.L., Hughes, J.M., editors. Emerging Infections 9. Washington, DC: American Society for Microbiology Press. 2010. p. 185-211.
 32. Samie A, Obi C, Barrett, Powell S, & Guerrant, R. Prevalence of *Campylobacter species*, *Helicobacter pylori* and *Arcobacter* species in stool samples from the Venda region, Limpopo, South Africa: Studies using molecular diagnostic methods. J. Infectol. 2007. 54: 558-566. 81
 33. Patyal A, Rathore R, Mohan H, Dhama K, & Kumar A. Prevalence of *Arcobacter* spp. in humans, animals and foods of animal origin including sea food from India. Transbound. Emerg. Dis. 2011. 58: 402-410.
 34. Kielbauch J, Plikaytis B, Swaminathan B, Cameron D, & Wachsmuth I. Restriction fragment length polymorphisms in the ribosomal genes for species identification and subtyping of aerotolerant *Campylobacter* species. J. Clin. Microbiol. 1991. 29: 1670-1676.
 35. Snelling W, Matsuda M, Moore J, & Dooley J. Under the microscope: *Arcobacter*. Lett. Appl. Microbiol. 2006. 42: 7-14. 82
 36. Bucker R, Troeger H, Kleer J, Fromm M, & Schulzke J. *Arcobacter butzleri* induces barrier dysfunction in intestinal Ht-29/B6 cells. J. Infect. Dis. 2009. 200: 756-764.
 37. Fernández H, Flores S, & Inzunza F. *Arcobacter butzleri* strains isolated from different sources display adhesive capacity to epithelial cells in vitro. Acta Scientiae Veterinariae. 2010. 38: 283-287.
 38. Yan J, Ko W, Huang A, Chen H, Jin Y, & Wu J. *Arcobacter butzleri* bacteremia in a patient with liver cirrhosis. J. Formosan Med Ass. 2000. 99: 166-169.
 39. Teague N, Srijan A, Boonchai W, Poramathikul K, Champathai T, & Supaporn R. Enteric pathogen sampling of tourist restaurants in Bangkok, Thailand. J. Travel Med. 2010. 17: 118-123.
 40. Jiang Z, DuPont H, Brown E, Nandy R, Ramamurthy T, & Sinha A. microbial etiology of traveller's diarrhea in Mexico, Guatemala, and India: importance of enterotoxigenic *Bacteriodes fragilis* and *Arcobacter* species. J. Clin. Microbiol. 2010. 1417-1419.
 41. Lehner A, Brumberger V, & Preac-Mursic V. Severe diarrhea associated with *Arcobacter butzleri*. Europ. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis. 1994. 13: 660-662.
 42. Houf K, & Stephan R. Isolation and characterization of the emerging foodborne pathogen *Arcobacter* from human stool. J. Microbiol. Meth. 2007. 68: 408-413.
 43. Kabeya H, Maruyama S, Morita Y, Ohsuga T, Ozawa S, Kobayashi Y, Abe M, Katsube Y, & Mikami T. Prevalence of *Arcobacter* species in retail meats and antimicrobial susceptibility of the isolates in Japan. Int. J. Food Microbiol. 2004. 90: 303-308.
 44. Debruyne L, Houf K, Doudiah L, De Smet S, & Vandamme P. Reassessment of the taxonomy of *Arcobacter cryaerophilus*. System. Appl. Microbiol. 2010. 33: 1-14.
 45. Doudiah L, De Zutter L, Vandamme P & Houf K. Identification of five human and mammal associated *Arcobacter* species by novel Multiplex-PCR assay. J.

- Microbiol. Meth. 2010. 80: 281-286.
46. Figueras M, Levican A, Collado L, Inza I & Yustes C. *Arcobacter ellisii* sp. nov. isolated from mussels. System. Appl. Microbiol. 2011. 34: 414-418.
 47. Fera M, Mauguier T, Gugliandolo C, La Camera E, Lentini V, Favalaro A, Bonanno D, & Carbone, M. Induction and resuscitation of viable nonculturable *Arcobacter butzleri* cells. Appl. Environm. Microbiol. 2008. 74: 3266-3268.
 48. Vandenberg O, Dediste A, Houf K, Ibekwem S, Souavah H, Cadranet S, Douat N, Zissis G, Butzler JP, & Vandamme P. *Arcobacter* species in Humans. Emerg. Infect. Dis. 2004. 10: 1863-1867.
 49. Fera M, La Camera E, Carbone H, Malara D, & Pennisi, M. Pet cats as carriers of *Arcobacter* spp. in Southern Italy. J. Appl. Microbiol. 2009. 3266-3268.
 50. Fernández H, Villanueva M & Medina G. Endosymbiosis de *Arcobacter butzleri* en *Acanthamoeba castellanii*. Rev. Arg. Microbiol. 2012. 44: 133
 51. Vandamme P, Pugina P, Benzi G, Van Etterijck R, Vlaes L, Kerster, K, Butzler J, Lior H, & Lauwers S. Outbreak of recurrent abdominal cramps 84 associated with *Arcobacter butzleri* in an Italian School. J. Microbiol. 1992. 30: 2335-2337.
 52. Fera M, Russo G, Di Benedetto A, La Camera E, Orlando A, Anna O, Giandalia A, Ruffa V, Lanza G, Lentini V, Perdichizzi G, & Cucinotta D. High prevalence of *Arcobacter* carriage in older subjects with Diabetes type II. J. Biomedic. Biotech. 2010. 69: 1-7.
 53. Wesley I, Schroeder-Tucker L, & Franklin, S. Recovery of *Arcobacter* species from exotic animal species. Int. J. Med. Microbiol. 2003. 293-305.
 54. Hamir A, Sonn R, Franklin S, & Wesley I. *Campylobacter jejuni* and *Arcobacter* species associated with intussusception in a raccoon (*Procyon lotor*). Vet. Records. 2004. 155: 338-340.
 55. Fernández H, Vera, F, & Villanueva MP. *Arcobacter* and *Campylobacter* species in birds and mammals from southern Chile. Arch. Med. Vet. 2007. 39: 163-165.
 56. Van Driessche E., Houf K., Vangroenweghe F, De Zutter L, & Van Hoof. Prevalence, enumeration and strain variation of *Arcobacter* species in faeces of healthy cattle in Belgium. Vet. Microbiol. 2005. 105: 149-154.
 57. González A, & Ferrus M. Study of *Arcobacter* spp. contamination in fresh lettuces detected by different cultural and molecular methods. Int. J. Food Microbiol. 2010. 145: 311-314.
 58. Gugliandolo C, Irrera G, Lentini V & Mauguier T. Pathogenic *Vibrio*, *Aeromonas* and *Arcobacter* spp. associated with copepods in the straits of Messina (Italy). Marine Pollution Bull. 2008. 580-606.
 59. Miller W, Wesley I, On S, Houf, W, Megraud F, & Wang G. First multi-locus sequence typing scheme for *Arcobacter* spp. BMC Microbiol. 2009. 9: 196-197.
 60. Cardoen S, Van Huffel X, Berkvens D, Quoilin S, Ducoffre G, Saegerman C, Speybroeck N, Imberechts H, Herman L, Ducatelle R & Dierick, K. Evidence based semi-quantitative methodology for prioritization of foodborne zoonosis. Foodborne Pathogens and Disease. 2009. 6: 1-13.
 61. Cervenka, L. Survival and Inactivation of *Arcobacter* spp., a current status and future prospect. Crit. Rev. Microbiol. 2007. 33: 101-108
 62. Otth L, Wilson M, Cancino R & Fernández H. In vitro susceptibility of *Arcobacter butzleri* to six antimicrobial drugs. Arch. Med. Vet. 2004. 36: 207-210.

Recibido: 01-04-2013

Aceptado: 27-06-2013