

Anexo 4: Información suplementaria sobre organismos patógenos transmitidos por alimentos

La proliferación microbiana puede ser limitada cuando las condiciones están fuera de los parámetros de proliferación de un organismo y ciertas combinaciones de tiempo y temperatura pueden inactivar los organismos patógenos presentes en los alimentos. Este apéndice presenta diversos cuadros con información sobre los parámetros que pueden utilizarse para inactivar ciertos microorganismos o inhibir su proliferación.

- El cuadro A4-1 resume las condiciones que limitan o impiden la proliferación de organismos patógenos transmitidos por alimentos o la formación de toxinas, entre las que se incluyen la temperatura, el pH, la actividad acuosa y la máxima concentración de sal en fase acuosa.
- El cuadro A4-2 brinda información sobre las combinaciones de tiempo y temperatura que, en circunstancias normales, impedirán la proliferación de bacterias patógenas transmitidas por alimentos. Esto incluye información sobre las combinaciones de máximo tiempo acumulado y temperatura interna para la exposición segura de alimentos, en circunstancias normales, a las bacterias patógenas que generan mayor preocupación. Los tiempos de exposición se obtuvieron a partir de información científica publicada. Dado que la proliferación bacteriana es logarítmica, es posible que la interpolación lineal basada en tiempo y temperatura no resulte adecuada. Asimismo, la matriz del alimento influye sobre la proliferación bacteriana (p. ej., presencia de microorganismos competitivos, nutrientes disponibles, agentes que limitan la proliferación). Resulta necesario tener en cuenta tales atributos al emplear la información proporcionada en el cuadro A4-2.
- El cuadro A4-3 proporciona información sobre las combinaciones de tiempo y temperatura necesarias para la destrucción de la *L. monocytogenes*. Según este cuadro, la tasa de letalidad es la letalidad relativa de un minuto de exposición a la temperatura interna del producto de referencia de 70 °C (158 °F) (es decir, $z = 7.5 \text{ °C [13.5 °F]}$). Por ejemplo, un minuto a 63 °C (145 °F) es 0.117 veces tan letal como un minuto a 70 °C (158 °F). Los tiempos proporcionados son el intervalo a la temperatura interna del producto designada necesario para obtener una disminución de seis unidades logarítmicas (6D) para la *L. monocytogenes*. El intervalo de tiempo a una determinada temperatura interna del producto requerido para lograr una reducción de seis unidades logarítmicas (6D) en la cantidad de *L. monocytogenes* depende en parte del alimento dentro del cual se calienta. Los valores incluidos en el cuadro son conservadores en general y se aplican a todos los alimentos. Realizar estudios científicos del tiempo de muerte térmica le permitirá establecer un tiempo de procesamiento más corto para los alimentos. Además, podrán aceptarse valores más bajos de destrucción en el alimento si existe un estudio científico de los niveles iniciales que lo avale. También es posible que algunos alimentos precisen niveles más altos de destrucción, en particular si se prevé obtener niveles iniciales altos.
- El cuadro A4-4 enumera las propiedades de las bacterias patógenas frecuentemente transmitidas por alimentos. Se incluye información acerca de los efectos en la salud, fuentes

primarias, tipos de alimentos implicados en la transmisión, factores asociados, atmósfera necesaria para la proliferación, si el organismo es formador de esporas, y otras propiedades.

A continuación de los cuadros se incluye una lista alfabética de los organismos (bacterias, virus y parásitos) identificados por Painter *et al.* (2013) como agentes transmitidos a través de los alimentos. Puede encontrarse más información sobre organismos patógenos transmitidos por alimentos en el *Bad Bug Book* (Manual de microorganismos patógenos y toxinas naturales transmitidos por los alimentos) de la FDA (véanse las referencias).

Cuadro A4-1. Condiciones que limitan la proliferación de organismos patógenos

| Organismo | Temperatura °C (°F) | | | pH | | | Actividad acuosa (aw) | | | Conc. máx. de sal en fase acuosa |
|--------------------------------------------------------|---------------------|--------------------|------------|---------|---------|--------|-----------------------|-----------|--------|----------------------------------|
| | Mínima | Óptima | Máxima | Mínimo | Óptimo | Máxima | Mínima | Óptima | Máxima | |
| <i>Bacillus cereus</i> | 4 (39) | 30-40 (86-104) | 55 (131) | 4.3 | 6.0-7.0 | 9.3 | 0.92 | - | - | 10 |
| <i>Campylobacter</i> | 32 (86) | 42-43 (108-109) | 45 (113) | 4.9 | 6.5-7.5 | 9.5 | >0.987 | 0.997 | - | 1.7 |
| <i>Clostridium botulinum</i> · Proteolítico (ABF) | 10 (50) | 35-40 (95-104) | 48 (-118) | 4.6 | - | 9 | 0.935 | - | - | 10 |
| · No proteolítico (BEF) | 3.3 (38) | 28-30 (82-86) | 45 (113) | 5.0 | - | 9 | 0.970 | - | - | 5 |
| <i>Clostridium perfringens</i> | 10 (50) | 43-47 (109-117) | 50 (126) | 5 | 7.2 | 9.0 | 0.93 | 0.95-0.96 | >0.99 | 7 |
| <i>Escherichia coli</i> enterohemorrágica (EHEC) | 6.5 (44) | 35-40 (95-104) | 49.4 (121) | 4 | 6-7 | 10 | 0.95 | 0.995 | - | 6.5 |
| <i>L. monocytogenes</i> | -0.4 (31) | 37 (99) | 45 (113) | 4.4 | 7.0 | 9.4 | 0.92 | - | - | 10 |
| <i>Salmonella</i> | 5.2 (41) | 35-43 (95-109) | 46.2 (115) | 3.7 | 7-7.5 | 9.5 | 0.94 | 0.99 | >0.99 | 8 |
| <i>Shigella</i> | 6.1 (43) | - | 47.1 (117) | 4.8 | - | 9.3 | 0.96 | - | - | 5.2 |
| <i>Staph. aureus</i> · proliferación (anaerobia) | 7 (45) | 37 (99) | 50 (122) | 4 | 6-7 | 10 | 0.90 (0.83) | 0.98 | >0.99 | 20 |
| · toxina (anaerobia) | 10 (50) | 40-45 (104-113) | 48 (118) | 4 | 7-8 | 9.8 | 0.85 | 0.98 | >0.99 | 10 |
| <i>Streptococcus</i> grupo A | 10 (50) | 37 (99) | <45 (<113) | 4.8-5.3 | 7 | >9.3 | - | - | - | 6.5 |
| <i>Vibrio</i> spp. | 41 (5) | 37 (99) | 45.3 (114) | 4.8 | 7.6-8.6 | 11 | 0.94 | 0.91-0.99 | 0.998 | 10 |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> | -1.3 (30) | 25-37 (77-99) | 42 (108) | 4.2 | 7.2 | 10 | 0.945 | - | - | 7 |

Obtenido de FDA, 2011, *Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance*, 4.ª edición, y la International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1996, *Microorganisms in Foods 5: Microbiological Specifications of Food Pathogens*, Blackie Academic and Professional, Nueva York.

Cuadro A4-2. Guía de tiempo acumulado y temperatura para controlar la proliferación de organismos patógenos y la formación de toxinas en alimentos¹

| Condición potencialmente peligrosa | Temperatura del producto | Máximo tiempo de exposición acumulado |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <i>Bacillus cereus</i> : proliferación y formación de toxinas | 4-6 °C (39.2-43 °F) 7-15 °C (44-59 °F) 16-21 °C (60-70 °F) Por encima de 21 °C (70 °F) | Cinco días Un día Seis horas Tres horas |
| <i>Campylobacter jejuni</i> : proliferación | 30-34 °C (86-93 °F) Por encima de 34 °C (93 °F) | 48 horas Doce horas |
| <i>Clostridium botulinum</i> : germinación, proliferación y formación de toxinas: Tipo A y tipos proteolíticos B y F | 10-21 °C (50-70 °F) Por encima de 21 °C (70 °F) | Once horas Dos horas |
| Tipo E y tipos no proteolíticos B y F | 3.3-5 °C (37.9-41 °F) 6-10 °C (42-50 °F) 11-21 °C (51-70 °F) Por encima de 21 °C (70 °F) | Siete días Dos días Once horas Seis horas |
| <i>Clostridium perfringens</i> : proliferación | 10-12 °C (50-54 °F) 13-14 °C (55-57 °F) 15-21 °C (58-70 °F) Por encima de 21 °C (70 °F) | 21 días Un día Seis horas ² Dos horas |
| <i>Escherichia coli</i> : proliferación de cepas patógenas | 6.6-10 °C (43.7-50 °F) 11-21 °C (51-70 °F) Por encima de 21 °C (70 °F) | Dos días Cinco horas Dos horas |
| <i>Listeria monocytogenes</i> : proliferación | -0.4-5 °C (31.3-41 °F) 6-10 °C (42-50 °F) 11-21 °C (51-70 °F) 22-30 °C (71-86 °F) Por encima de 30 °C (86 °F) | Siete días Un día Siete horas Tres horas Una hora |
| <i>Salmonella</i> spp.: proliferación | 5.2-10 °C (41.4-50 °F) 11-21 °C (51-70 °F) Por encima de 21 °C (70 °F) | Dos días Cinco horas Dos horas |
| <i>Shigella</i> spp.: proliferación | 6.1-10 °C (43-50 °F) 11-21 °C (51-70 °F) Por encima de 21 °C (70 °F) | Dos días Cinco horas Dos horas |
| <i>Staphylococcus aureus</i> : proliferación y formación de toxinas | 10 °C (50 °F) 11-21 °C (51-70 °F) Por encima de 21 °C (70 °F) | Catorce días Doce horas ² Tres horas |
| <i>Vibrio</i> spp.: proliferación | 10 °C (≤50 °F) 11-21 °C (51-70 °F) 22-27 °C (71-80 °F) Por encima de 27 °C (80 °F) | 21 días Seis horas Dos horas Una hora ³ |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> : proliferación | -1.3-10 °C (29.7-50 °F) 11-21 °C (51-70 °F) Por encima de 27 °C (70 °F) | Un día Seis horas Dos y media horas |

¹ Adaptado de FDA, 2011, *Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance*, 4.^a edición; supone una alta actividad acuosa y un pH casi neutro.
² Se necesitan más datos.
³ Aplica únicamente a los alimentos cocidos listos para consumir.

Cuadro A4-3. Inactivación de *Listeria monocytogenes*

| Temperatura interna del producto (°C) | Temperatura interna del producto (°F) | Tasa de letalidad | Tiempo para proceso 6D (minutos) |
|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| 63 | 145 | 0.117 | 17.0 |
| 64 | 147 | 0.158 | 12.7 |
| 65 | 149 | 0.215 | 9.3 |
| 66 | 151 | 0.293 | 6.8 |
| 67 | 153 | 0.398 | 5.0 |
| 68 | 154 | 0.541 | 3.7 |
| 69 | 156 | 0.736 | 2.7 |
| 70 | 158 | 1.000 | 2.0 |
| 71 | 160 | 1.359 | 1.5 |
| 72 | 162 | 1.848 | 1.0 |
| 73 | 163 | 2.512 | 0.8 |
| 74 | 165 | 3.415 | 0.6 |
| 75 | 167 | 4.642 | 0.4 |
| 76 | 169 | 6.310 | 0.3 |
| 77 | 171 | 8.577 | 0.2 |
| 78 | 172 | 11.659 | 0.2 |
| 79 | 174 | 15.849 | 0.1 |
| 80 | 176 | 21.544 | 0.09 |
| 81 | 178 | 29.286 | 0.07 |
| 82 | 180 | 39.810 | 0.05 |
| 83 | 182 | 54.116 | 0.03 |
| 84 | 183 | 73.564 | 0.03 |
| 85 | 185 | 100.000 | 0.02 |
| Nota: z = 7.5 °C (13.5 °F) | | | |

Obtenido de FDA, 2011, *Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance*, 4.^a edición; supone una alta actividad acuosa y un pH casi neutro.

Cuadro A4-4. Propiedades de bacterias patógenas frecuentemente transmitidas por alimentos

| Organismo | Efectos sobre la salud | Fuentes primarias | Transmitido por | Factores asociados | Atmósfera | Formador de esporas/no formador de esporas | Otras características |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Bacillus cereus</i> | Produce dos toxinas: una diarreica y otra emética (que produce vómitos). | Tierra | Arroz, alimentos que contienen almidones o féculas, carnes, vegetales, productos lácteos, salsas | Abuso de temperatura | Facultativo (prolifera con o sin oxígeno) | Formador de esporas | Alta carga necesaria para manifestación de la enfermedad. La toxina emética es termoestable. |
| <i>Brucella</i> spp. | La infección provoca fiebre, sudoración, debilidad, dolores musculares y dolor de cabeza. | Leche no pasteurizada, carne no cocida | Leche no pasteurizada, carne no cocida | Ingesta de productos lácteos no pasteurizados infectados | Aerobio | No formador de esporas | Sobrevive pero prolifera escasamente fuera del animal portador. |
| <i>Campylobacter</i> spp. | La infección provoca diarrea y puede dañar los nervios. | Carne blanca cruda, productos lácteos crudos, agua contaminada | Carne blanca cruda, productos lácteos crudos, agua contaminada | Contaminación cruzada y cocción insuficiente | Óptimo: 3-5 % de oxígeno | No formador de esporas | - |
| <i>Clostridium botulinum</i> | La toxina presente en los alimentos provoca visión borrosa o doble, parálisis de los músculos respiratorios y la muerte. | Gran diseminación | Alimentos en ambiente anaerobio | Abuso de temperatura | Anaerobio (requiere ausencia de oxígeno) | Formador de esporas | Cepas mesófilas y psicrófilas |
| <i>Clostridium perfringens</i> | La toxina provoca diarrea y dolor abdominal. | Tierra y tracto intestinal de humanos y animales sanos | Carnes, estofados o salsas de carne, especialmente si contienen especias | Inadecuada retención del calor y recalentado | Anaerobio | Formador de esporas | - |
| <i>Escherichia coli</i> productora de toxina Shiga (STEC) | La infección provoca diarrea hemorrágica y, en ocasiones, insuficiencia renal y la muerte. | Tracto intestinal de rumiantes (p. ej., vacas y ovejas) | Carne de vaca cruda y poco cocida, verduras de hoja, coles, leche y jugos no pasteurizados | Mala aplicación de BPA, calentamiento inadecuado, persona a persona | Facultativo (prolifera con o sin oxígeno) | No formador de esporas | - |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | La infección enferma gravemente a individuos susceptibles (mortalidad: 15-30 %). | Muy diseminado en las prácticas agrícolas (tierra, plantas y agua) | Alimentos RTE refrigerados que sustentan la proliferación | Organismo patógeno ambiental diseminado por contaminación ambiental, equipos, personas, ingredientes crudos | Facultativo | No formador de esporas | - |

Cuadro A4-4. Propiedades de bacterias patógenas frecuentemente transmitidas por alimentos (cont.)

| Organismo | Efectos sobre la salud | Fuentes primarias | Transmitido por | Factores asociados | Atmósfera | Formador de esporas/No formador de esporas | Otras características |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Mycobacterium bovis</i> | La infección provoca síntomas respiratorios y tuberculosis. | Ganado y leche cruda | Productos lácteos crudos | Leche no pasteurizada y exposición a aerosoles de animales infectados | Prolifera muy lentamente y en un ambiente con poco oxígeno | No formador de esporas | - |
| <i>Salmonella</i> spp. | La infección provoca náuseas, vómitos, diarrea, fiebre y dolor de cabeza. | Tracto intestinal de humanos y animales | Carnes rojas y blancas, huevos, leche cruda y muchos otros alimentos (frutos secos, especias, frutas y verduras, chocolate, harina) | Contaminación cruzada, alimentos poco cocidos, malas prácticas agrícolas, contaminación ambiental | Facultativo | No formador de esporas | - |
| <i>Shigella</i> spp. | La infección provoca diarrea, que puede ser acuosa o hemorrágica. La infección se conoce como "disentería." | Tracto intestinal humano | Contaminación fecal a partir de agua contaminada o trabajadores de la industria alimentaria | - | Facultativo | No formador de esporas | - |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | Tras una proliferación extensa, produce toxinas termoestables. | Forúnculos, fosas nasales y piel | Alimentos cocidos recontaminados y alimentos con alto contenido de sal o azúcar | Recontaminación y abuso de temperatura | Facultativo | No formador de esporas | Mal competidor |
| <i>Streptococcus</i> spp. grupo A | La infección provoca dolor de garganta, amigdalitis y fiebre. | Sitios infectados de humanos y animales, leche cruda | Trabajadores infectados que manipulan alimentos e ingesta de productos lácteos o cárnicos crudos | - | Facultativo | No formador de esporas | - |
| <i>Vibrio</i> spp. | Los síntomas de la infección varían según la cepa e incluyen desde diarrea a fiebre alta. | Ambiente con agua salada, mariscos | Mariscos | - | Facultativo | No formador de esporas | Requiere sal para reproducirse |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> | La infección provoca dolor abdominal, fiebre y diarrea. Puede simular una apendicitis. | Cerdo crudo, leche cruda | Contaminación cruzada entre productos de cerdo crudos y alimentos RTE | - | Facultativo | No formador de esporas | - |

Descripción de organismos patógenos frecuentemente transmitidos por alimentos

El *Bacillus cereus* provoca vómitos de rápida aparición (30 minutos a seis horas) o bien diarrea y cólicos en un lapso de seis a quince horas. Las diferentes cepas producen dos toxinas diferentes; la responsable de vómitos de rápida aparición es termorresistente. La toxina que provoca diarrea se produce en los intestinos. Los síntomas se asemejan a los generados por *S. aureus* (tipo emético) o *C. perfringens* (tipo diarreico). Muchos alimentos se encuentran asociados al tipo diarreico de la enfermedad, mientras que el arroz y otros granos, y los alimentos que contienen almidones o féculas, se asocian al tipo emético. La transmisión de la enfermedad se produce por la ingesta de alimentos que contienen la toxina preformada, en el caso del tipo emético de la enfermedad, o altos niveles de células vegetativas producidas durante la proliferación en condiciones de abuso de temperatura en el caso de la enfermedad diarreica. Las esporas de *B. cereus* son resistentes a los procesos normales de cocción y las células vegetativas crecen con o sin oxígeno (son “facultativas”). La refrigeración y la congelación inhiben la proliferación de *B. cereus*, pero no matan la bacteria.

La *Brucella* spp. produce infrecuentes casos de enfermedad en los Estados Unidos gracias a la pasteurización de la leche, pero puede constituir un problema respecto de los productos lácteos crudos si no se aplican controles estrictos.

El *Campylobacter* provoca diarrea entre dos y siete días después de ingerir alimentos contaminados y puede causar daño a los nervios entre una a seis semanas después de producida la infección. Las bacterias vivas invaden las células que recubren el intestino. La fuente primaria son las carnes rojas y las blancas crudas contaminadas con materia fecal, y la transmisión está asociada a la contaminación cruzada a partir de los jugos de carnes rojas y blancas crudas o a la ingesta de productos de origen animal poco cocidos. El *Campylobacter* es susceptible al calor y la sequedad, crece en ambientes con oxígeno reducido, prolifera óptimamente con una temperatura superior a la corporal y sobrevive a la refrigeración y la congelación, aunque no prolifera en esas condiciones.

El *Clostridium botulinum* produce varios tipos de toxinas. Las toxinas de tipo A, B, E y F afectan a los alimentos y provocan la grave enfermedad llamada “botulismo”. Puede presentarse visión borrosa o doble, sequedad bucal, dificultades para tragar, parálisis de los músculos respiratorios, vómitos y diarrea. Los síntomas se manifiestan 18 a 36 horas (en algunos casos, días) después de ingerir alimentos contaminados; puede producirse la muerte si no se recibe tratamiento. La recuperación puede ser lenta (meses, años en casos infrecuentes). Las esporas de *C. botulinum* pueden encontrarse en la tierra y el tracto intestinal de animales y están muy diseminadas en la naturaleza. Las esporas son termorresistentes y, en las condiciones ideales con falta de oxígeno, pueden dejar la fase de latencia y producir toxinas.

Algunas cepas de *C. botulinum* (tipo E y algunas cepas de B y F) pueden proliferar bajo refrigeración, pero no la mayoría. Las esporas de las cepas que proliferan bajo refrigeración no son tan termorresistentes como otras esporas. La toxina se destruye con calor intenso (hervor durante cinco minutos); sin embargo, la enfermedad generada es tan grave que destruir la toxina por medio del calor no constituye un método de control adecuado. El *C. botulinum* puede proliferar en muchos alimentos en estrictas condiciones anaerobias (poco oxígeno). Un pH ≤ 4.6 impide que el *C. botulinum* forme toxinas; en el caso de las cepas que proliferan bajo refrigeración, la producción de toxinas queda inhibida con un pH < 5.0 . El nitrito de sodio que se emplea en alimentos curados ralentiza la producción de toxinas.

El *Clostridium perfringens* provoca diarrea y dolor abdominal entre seis y 24 horas (de ocho a

doce horas, en general) después de haberse ingerido alimentos contaminados con gran cantidad de

células vegetativas ($>10^6/g$), que necesitan proliferar en el alimento. Una vez ingeridas, estas células viables forman esporas y liberan toxinas en los intestinos. El *C. perfringens* se encuentra en la tierra y en el tracto intestinal de humanos y animales sanos. Las esporas sobreviven a los procesos de cocción normales, incluido el hervor. Las especias constituyen una posible fuente de contaminación por *C. perfringens*, dado que las esporas sobreviven en ellas por largos periodos de tiempo. La retención de calor o el enfriamiento inadecuados de alimentos cocidos (en especial carnes, o tartas, estofados o salsas de carne) permiten la multiplicación de la bacteria porque las esporas pueden sobrevivir al proceso de cocción. El *C. perfringens* tiene una de las tasas de proliferación más rápidas entre los organismos transmitidos por alimentos y, a una temperatura óptima, puede duplicarse en menos de diez minutos. Este organismo patógeno prolifera óptimamente en un ambiente sin oxígeno.

El *Cryptosporidium parvum* es un parásito de infrecuente aparición, pero se destaca por su resistencia a los agentes químicos, incluso a niveles estándar de cloro. Es susceptible a la sequedad y a la luz ultravioleta. El *Cryptosporidium* provoca diarrea y la infección puede resultar mortal en las personas inmunocomprometidas. Los brotes de origen alimentario estuvieron relacionados con la sidra y la leche no pasteurizadas y también con agua contaminada.

La *Cyclospora cayetanensis* es un parásito de infrecuente aparición que provoca diarrea prolongada. Los casos de muerte son muy pocos. Los brotes suelen estar asociados a frutas (frutos rojos), verduras de hoja y otras hortalizas crudas, y a hierbas tales como la albahaca.

La *Escherichia coli* es una bacteria que normalmente se encuentra en el tracto intestinal de humanos y animales; la mayoría de las cepas de *E. coli* no están asociadas a ninguna enfermedad. Sin embargo, ciertas cepas como la *E. coli* O157:H7 producen una toxina llamada "Shiga" en el intestino humano que enferma gravemente al portador. Estas cepas patógenas son llamadas "enterohemorrágicas", "*E. coli* productora de toxina Shiga" o "STEC". Provocan diarrea (que puede ser hemorrágica) y en ocasiones fiebre, por lo general dos a tres días después de la ingesta de alimentos (rango: de uno a cinco días). Asimismo, pueden ocasionar insuficiencia renal y la muerte, sobre todo en niños. Una cantidad muy pequeña de algunas STEC pueden resultar patógenas. La fuente primaria de STEC es la contaminación por materia fecal de rumiantes, incluidos ovejas y ciervos. Estos animales no suelen presentar signos de enfermedad. La ingesta de hamburguesas crudas o poco cocidas, las frutas y verduras contaminadas, las coles, y la leche y jugos no pasteurizados se han asociado a casos de enfermedad. Tanto la *E. coli* O157:H7 como otras STEC pueden eliminarse con tratamientos de calor leve. Pueden proliferar con o sin oxígeno. La temperatura de proliferación óptima es similar a la temperatura del cuerpo humano; el organismo prolifera en algunos alimentos húmedos con un pH tan bajo como 4.4.

En su conjunto, las STEC o *E. coli* productora de toxina Shiga incluyen algunas cepas patógenas y otras que no lo son. Aquellas que enferman al portador en ocasiones se denominan "*E. coli* enterohemorrágica" o "EHEC". La cepa O157:H7 predomina actualmente en los Estados Unidos y provoca ~75 % de las infecciones por EHEC a nivel mundial. Además del O157:H7, otros serotipos de EHEC también pueden generar enfermedades de origen alimentario. En dicho país, independientemente del O157:H7, los serotipos O111, O26, O121, O103, O145 y O45 son los más frecuentes, aislados a partir de infecciones clínicas. No obstante, existen otros serotipos de EHEC (como el O113 y el O91, entre otros) que también pueden enfermar gravemente al portador. Por ello, la preocupación respecto de la EHEC en la salud pública puede virar rápidamente.

Información suplementaria sobre organismos patógenos transmitidos por los alimentos

La *Giardia intestinalis* (o *lamblia*), como otros parásitos, provoca diarrea; es la causa parasitaria de diarrea más frecuente en los Estados Unidos. Si bien el agua contaminada constituye la fuente primaria de los brotes, los alimentos y las personas diseminan la enfermedad, y un solo quiste

puede ser suficiente para enfermar al portador. La enfermedad se manifiesta unas dos semanas después de ingerir alimentos contaminados, debido a lo cual puede resultar muy difícil rastrear su origen. Los brotes de origen alimentario con vehículos identificados incluyen el hielo, las ensaladas con lechuga, las ensaladas con pollo y vegetales no especificados.

El virus de la **hepatitis A** provoca la grave enfermedad llamada "hepatitis". El Departamento de Salud será informado si un trabajador de la industria alimentaria contrae hepatitis A. Los síntomas de esta enfermedad incluyen debilidad, fiebre y dolor abdominal. Por lo general, con el avance de la enfermedad, el individuo presenta ictericia (la piel se torna amarillenta). La gravedad de esta afección varía de muy leve (los niños pequeños no suelen presentar síntomas) a grave (que requiere hospitalización). La tasa de mortalidad es baja y las muertes se dan principalmente en ancianos e individuos con enfermedades subyacentes. La enfermedad se manifiesta unas dos semanas después de haber ingerido alimentos contaminados (pero puede pasar mucho más tiempo), debido a lo cual puede resultar muy difícil rastrear su origen. La transmisión de hepatitis A puede prevenirse practicando una correcta higiene personal y apartando a los trabajadores enfermos, vacunando a quienes manipulan alimentos, cocinando completamente los alimentos y evitando la contaminación cruzada. La hepatitis A parece ser más termorresistente que otros virus. Según un estudio de laboratorio, se logró inactivar los virus de la hepatitis A en ostras infectadas tras calentarlas a 60 °C (140 °F) durante 19 minutos.

La **Listeria monocytogenes** puede provocar meningitis, una grave infección cuyos síntomas incluyen fiebre, dolor de cabeza intenso, náuseas, vómitos, delirio y coma en personas inmunodeprimidas. Hasta un tercio de las personas hospitalizadas muere. En una persona sana, la infección con *L. monocytogenes* podría no presentar síntomas o manifestarse como un síndrome pseudogripal con diarrea. Este organismo constituye un problema particularmente para las embarazadas (provoca abortos) y los ancianos. La enfermedad se manifiesta unas dos semanas después de ingerir alimentos contaminados (pero puede pasar mucho más tiempo), debido a lo cual puede resultar muy difícil rastrear su origen. Los alimentos refrigerados listos para consumir están asociados a listeriosis. Existen cinco factores clave que influyen en el riesgo de contraer listeriosis a partir de dichos alimentos: 1) la cantidad y la frecuencia de consumo del alimento, 2) la frecuencia y el grado de contaminación, 3) la capacidad del alimento para sustentar la proliferación de *L. monocytogenes*, 4) la temperatura de refrigeración y 5) la duración de la refrigeración. Los productos cárnicos listos para consumir, los productos lácteos no pasteurizados y otros productos de baja acidez listos para consumir han sido asociados con brotes de listeriosis. Dado que la *L. monocytogenes* es un organismo patógeno ambiental, la contaminación posterior al tratamiento térmico en el ambiente de la planta (incluidos el personal de la planta, los equipos, los pisos, las paredes, los sumideros y la condensación de los enfriadores) constituye una fuente primaria de contaminación. Esta bacteria no esporulada puede eliminarse con temperaturas de pasteurización, prolifera con o sin aire y puede crecer bajo refrigeración y en concentraciones de sal mayores respecto a las que soportan otros organismos patógenos. Los medios ácidos ralentizan la proliferación, pero pueden permitir la supervivencia del organismo. En comparación con la mayoría de las bacterias, la *L. monocytogenes* es extremadamente resistente: soporta varios congelamientos y descongelamientos y sobrevive largos periodos en condiciones de sequedad.

La **Mycobacterium bovis** es otra bacteria patógena transmitida por alimentos que no suele provocar enfermedades en los Estados Unidos como resultado de la implementación de requerimientos para la pasteurización de la leche y la eliminación del ganado infectado. La fuente primaria de contaminación es el ganado y la leche cruda. Este riesgo puede evitarse fácilmente

Información suplementaria sobre organismos patógenos transmitidos por los alimentos

usando leche pasteurizada. La ingesta de carne cruda o poco cocida (de venado, por ejemplo) de animales infectados también puede enfermar a quien la consume.

El **norovirus** es muy contagioso y puede enfermar a una persona que ingiera apenas de diez a 100 partículas del virus. Las personas son la fuente primaria de norovirus; cuando alguien enferma con este virus, puede diseminar millones de partículas virales a través de los vómitos o las heces. Por este motivo, no debe permitirse que las personas que padecen norovirus manipulen alimentos. Si se diagnostica con norovirus a un trabajador de la industria alimentaria, es importante limpiar y desinfectar las superficies que pueda haber contaminado. Es probable que sea necesario emplear concentraciones de desinfectantes mayores a las usadas para limpiar superficies que entran en contacto con alimentos. El norovirus provoca náuseas, vómitos, diarrea, cólicos abdominales y fiebre ocasional entre 24 y 48 horas después del contacto inicial. Los brotes de norovirus pueden evitarse apartando a los trabajadores enfermos, practicando una correcta higiene personal, cocinando correctamente los alimentos, evitando la contaminación cruzada y desinfectando las superficies contaminadas por un individuo infectado.

La **Salmonella** se encuentra entre las causas más frecuentes de enfermedad bacteriana de origen alimentario y puede considerarse un patógeno ambiental. La infección provoca diarrea, fiebre, cólicos abdominales y vómitos. Ocasionalmente, puede generar infecciones sanguíneas y la muerte. Los casos graves también pueden ocasionar artritis reactiva. Los síntomas de la enfermedad de origen alimentario suelen aparecer de doce a 72 horas después de ingerir alimentos contaminados. Dado que el tracto intestinal de animales es la fuente primaria de *Salmonella*, los productos de origen animal (carnes rojas y blancas, huevos, productos lácteos) suelen estar asociados a los brotes. Como la *Salmonella* sobrevive bien en muchos ambientes, se han asociado a los brotes muchos otros alimentos: levadura, coco, salsas, mezclas para pasteles, postres rellenos con crema, gelatina, productos que contienen maní, chocolate, cacao e ingredientes que contienen soya, entre otros. Si no se aplican las buenas prácticas agrícolas, las frutas, los vegetales y los frutos secos pueden contaminarse durante su cultivo.

La *Salmonella* se elimina fácilmente a las temperaturas de cocción tradicionales, prolifera con o sin oxígeno, crece óptimamente con una temperatura superior a la corporal y muy escasamente bajo refrigeración, y no prolifera por sobre los 46 °C (115 °F). A diferencia de la mayoría de los organismos patógenos, la *Salmonella* puede proliferar con un pH de apenas 3.7 en condiciones que de otro modo serían óptimas. Sobrevive bien en alimentos congelados y secos, como también en ambientes donde tienen lugar procesos secos. Se ha demostrado que la limpieza en húmedo de ambientes donde se realizan procesos secos extiende la contaminación y aumenta el riesgo de contaminación de los productos, debido a la proliferación que tiene lugar en nichos ambientales como fisuras y grietas que no pueden alcanzarse con desinfectantes. Es aconsejable no generar humedad en los ambientes secos cuando exista el riesgo de proliferación de *Salmonella*.

La **Shigella** provoca diarrea (a menudo hemorrágica), fiebre y cólicos estomacales entre uno y dos días después de ingerir alimentos o bebidas contaminados; los síntomas suelen durar entre cinco y siete días. Como la *Shigella* se transmite principalmente de persona a persona, es fundamental impedir que quienes padecen diarrea manipulen alimentos. La *Shigella* es una bacteria relativamente frágil que no sobrevive a la cocción o en ambientes secos. Puede transmitirse a través de alimentos tales como frutas y vegetales frescos, sobre todo si se lavan con agua contaminada.

El **Staphylococcus aureus** provoca un malestar relativamente leve que se manifiesta con vómitos, náuseas, cólicos abdominales y diarrea entre una y seis horas después de la ingesta de alimentos contaminados con toxinas. La toxina se produce como consecuencia de una proliferación extensa en el producto y es muy termoestable, con lo que soporta los tiempos y las temperaturas de procesamiento empleados en el enlatado de alimentos. Si bien la toxina es termoestable, la bacteria se elimina con calor leve. La producción de toxinas se ve favorecida por la presencia de oxígeno. Los

límites para la producción de toxinas son mayores que para la proliferación. Dado que el *S. aureus* es un mal competidor, es posible que no forme toxinas en alimentos que tienen muchos microorganismos competitivos, tales como alimentos secos y alimentos sometidos a una fermentación controlada.

Entre un 25 % y un 50 % de las personas y los animales sanos pueden portar el *S. aureus* en la piel y la nariz; así, los alimentos pueden recontaminarse con facilidad, sobre todo si se manipulan en gran medida. Si se dan estas condiciones junto con un abuso de la temperatura, es probable que ocurra una rápida proliferación y una subsiguiente formación de toxinas en alimentos que tengan pocos organismos competidores, tales como alimentos cocidos o alimentos con baja actividad acuosa que inhiben organismos competidores pero favorecen la proliferación del *S. aureus*.

Las infecciones por ***Streptococcus*** grupo A no suelen ser causas de enfermedad de origen alimentario. La transmisión a través de los alimentos puede evitarse fácilmente apartando a los trabajadores enfermos y pasteurizando la leche.

El ***Toxoplasma gondii*** es un parásito que constituye una de las principales causas de muerte por enfermedad de origen alimentario en los Estados Unidos, particularmente en el caso de bebés infectados durante el embarazo y de personas inmunodeprimidas. Si bien es posible que las personas infectadas con *Toxoplasma* no presenten síntomas, el parásito puede extenderse a varios órganos, entre ellos, el cerebro, los ojos, el corazón y otros músculos. Los productos cárnicos crudos y las heces de gato constituyen la fuente primaria de infección con este parásito. Congelar los alimentos a -13 °C (≤ 9 °F) durante 24 horas suele neutralizar su infectividad. Cocinar las carnes a las temperaturas recomendadas también constituye una medida de control efectiva.

La ***Trichinella*** spp. es el parásito que causa la triquinosis, enfermedad asociada a la ingesta de productos cárnicos crudos. En el pasado el cerdo era el principal tipo de carne afectado; sin embargo, hoy la transmisión a través de cerdo criado comercialmente es infrecuente. La triquinosis se asocia con mayor frecuencia a las carnes de caza. Como ocurre con otros parásitos, la *Trichinella* es susceptible al congelamiento y la cocción.

Las especies de ***Vibrio*** que pueden afectar los alimentos incluyen *V. cholera*, *V. parahaemolyticus* y *V. vulnificus*. Dado que los vibriones afectan a los mariscos y no suelen encontrarse en otros alimentos, no serán analizados en el presente programa de capacitación. Para obtener más información acerca de los vibriones y otras prescripciones reglamentarias, se recomienda consultar la *Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance (Riesgos del Pescado y Productos de la Pesca y Guía de Controles)* o la reglamentación de APPCC sobre pescados y mariscos.

La enfermedad de origen alimentario por ***Yersinia enterocolitica*** se asocia principalmente a la contaminación cruzada a partir de productos de cerdo crudos; su presencia en relación con otros alimentos es relativamente infrecuente.

Lecturas adicionales

FDA, 2012, *The Bad Bug Book Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins*, 2.ª edición.

FDA, 2011, *Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance*, 4.ª edición.

Painter, JA, RM Hoekstra, T Ayers et al. 2013, Attribution of foodborne illness, hospitalizations, and deaths to food commodities by using outbreak data, United States, 1998-2008. *Emerg. Infect. Dis.* 19(3):407-415.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods, 1996, *Microorganisms in Foods 5: Microbiological Specifications of Food Pathogens*, Blackie Academic and Professional, Nueva York.

GRÁFICOS AP4

FSPCA Ap4 Organismos patógenos

Apéndice 4

Información suplementaria sobre organismos patógenos transmitidos por alimentos

Bacillus cereus

- Produce toxinas; alta carga necesaria para manifestación de la enfermedad.
- Fuente primaria: tierra.
- Transmitido por: arroz, alimentos que contienen almidones o féculas, carnes, vegetales, productos lácteos, salsas.
- Factores asociados: abuso de temperatura.

| Parámetros de proliferación | Mínima | Óptima | Máxima |
|-----------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|------------------|
| Temperatura | 4 † C (39 † F) | 28-35 † C (82-95 † F) | 55 † C (131 † F) |
| pH | 4.3 | 6.0-7.0 | 9.3 |
| aw | 0.92 | - | - |
| Otras características | Formador de esporas; una toxina es termoestable | | |
| Atmósfera | Facultativo (prolifera con o sin oxígeno) | | |

Fuentes: *Seafood Hazards Guide*, ICMSF 1995 y *Bad Bug Book* (Manual de microorganismos patógenos y toxinas naturales transmitidos por los alimentos).

Brucella spp.

- La infección provoca una enfermedad llamada “brucelosis”: fiebre, sudoración, debilidad, dolores musculares y dolor de cabeza.
- Fuente primaria: leche no pasteurizada, carne poco cocida.
- Sobrevive pero prolifera escasamente fuera del animal portador.

Campylobacter spp.

- La infección provoca diarrea y puede dañar los nervios.
- Fuentes primarias: tracto intestinal de animales.
- Transmitida por: carne blanca cruda, productos lácteos crudos, agua contaminada.
- Factor asociado: contaminación cruzada y cocción insuficiente.

| Parámetros de proliferación | Mínima | Óptima | Máxima |
|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|
| Temperatura | 30 [†] C (86 [†] F) | 42-43 [†] C (108-109 [†] F) | 45 [†] C (113 [†] F) |
| pH | 4.9 | 6.5-7.5 | 9.5 |
| a _w | >0.987 | 0.997 | - |
| Otras características | No formador de esporas | | |
| Atmósfera | Óptimo: 3-5 % de oxígeno | | |

Fuentes: ICMSF 1995 y *Bad Bug Book* (2.^a edición).

Clostridium botulinum

- La toxina presente en los alimentos provoca visión borrosa o doble, parálisis de los músculos respiratorios y la muerte.
- Fuentes primarias: gran diseminación.
- Transmitida por: alimentos en ambiente anaerobio.
- Factor asociado: abuso de temperatura.

| Parámetros de proliferación | Mínima | | Óptima | | Máxima | |
|-----------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| | ABF | (B, F) E | ABF | (B, F) E | ABF | (B, F) E |
| Temperatura | 10 [†] C (50 [†] F) | 3.3 [†] C (38 [†] F) | 35-40 [†] C (95-104 [†] F) | 28-30 [†] C (82-86 [†] F) | 48 [†] C (118 [†] F) | 45 [†] C (113 [†] F) |
| pH | 4.6 | 5.0 | - | - | 9 | 9 |
| a _w | 0.935 | 0.97 | - | - | - | - |
| Otras características | Formador de esporas | | | | | |

| | |
|-----------|------------------------------------------|
| Atmósfera | Anaerobio (requiere ausencia de oxígeno) |
|-----------|------------------------------------------|

Fuentes: ICMSF 1995 y *Bad Bug Book* (2.^a edición).

Clostridium perfringens

- La toxina provoca diarrea y dolor abdominal.
- Fuentes primarias: tierra y tracto intestinal de humanos y animales sanos.
- Transmitido por: carnes, estofados o salsas de carne, especialmente si contienen especias.
- Factores asociados: inadecuada retención del calor y recalentado.

| Parámetros de proliferación | Mínima | Óptima | Máxima |
|-----------------------------|------------------------------------------|-----------------------|----------------|
| Temperatura | 10 †C (50 †F) | 43-47 †C (109-117 †F) | 52 †C (126 †F) |
| pH | 5 | 7.2 | 9 |
| aw | 0.93 | 0.95-0.96 | >0.99 |
| Otras características | Formador de esporas | | |
| Atmósfera | Anaerobio (requiere ausencia de oxígeno) | | |

Fuentes: ICMSF 1995 y *Bad Bug Book* (2.^a edición).

Escherichia coli productora de toxina Shiga (STEC)

- La infección provoca diarrea hemorrágica y, en ocasiones, insuficiencia renal y la muerte.
- Fuentes primarias: tracto intestinal de rumiantes (p. ej., vacas y ovejas).
- Transmitida por: carne de vaca cruda y poco cocida, verduras de hoja, coles, y leche y jugos no pasteurizados.
- Factores asociados: mala aplicación de BPA, calentamiento inadecuado, persona a persona.

| Parámetros de proliferación | Mínima | Óptima | Máxima |
|-----------------------------|----------------|----------------------|------------------|
| Temperatura | 6.5 †C (44 †F) | 35-40 †C (95-104 †F) | 49.4 †C (121 †F) |
| pH | 4 | 6-7 | 10 |

| | | | |
|-----------------------|-------------------------------------------|-------|---|
| a_w | 0.95 | 0.995 | - |
| Otras características | No formador de esporas | | |
| Atmósfera | Facultativo (prolifera con o sin oxígeno) | | |

Fuentes: ICMSF 1995 y *Bad Bug Book* (2.^a edición).

Listeria monocytogenes

- La infección enferma gravemente a individuos susceptibles (mortalidad: 15-30 %).
- Fuentes primarias: Se encuentra muy diseminado en las prácticas agrícolas (tierra, plantas y agua).
- Transmitida por: alimentos RTE refrigerados que sustentan la proliferación.
- Factores asociados: organismo patógeno ambiental diseminado por contaminación ambiental, equipos, personas, ingredientes crudos.

| Parámetros de proliferación | Mínima | Óptima | Máxima |
|-----------------------------|-------------------------------------------|---------------|----------------|
| Temperatura | -0.4 °C (31 °F) | 37 °C (99 °F) | 45 °C (113 °F) |
| pH | 4.4 | 7.0 | 9.4 |
| a_w | 0.92 | - | - |
| Otras características | No formador de esporas | | |
| Atmósfera | Facultativo (prolifera con o sin oxígeno) | | |

Fuentes: ICMSF 1995 y *Bad Bug Book* (2.^a edición).

Mycobacterium bovis

- La infección provoca síntomas respiratorios y tuberculosis.
- Fuentes primarias: ganado y leche cruda.
- Factores asociados: leche no pasteurizada y exposición a aerosoles de animales infectados.
- Prolifera muy lentamente y en un ambiente con poco oxígeno.

Salmonella spp.

Información suplementaria sobre organismos patógenos transmitidos por los alimentos

- La infección provoca náuseas, vómitos, diarrea, fiebre y dolor de cabeza.

Información suplementaria sobre organismos patógenos transmitidos por los alimentos

- Fuentes primarias: tracto intestinal de humanos y animales.
- Transmitida por: carnes rojas y blancas, huevos, leche cruda y muchos otros alimentos (frutos secos, especias, frutas y verduras, chocolate, harina).
- Factores asociados: contaminación cruzada, alimentos poco cocidos, malas prácticas agrícolas.

| Parámetros de proliferación | Mínima | Óptima | Máxima |
|-----------------------------|-------------------------------------------|----------------------|------------------|
| Temperatura | 5.2 †C (41 †F) | 35-43 †C (95-109 †F) | 46.2 †C (115 †F) |
| pH | 3.7 | 7-7.5 | 9.5 |
| aw | 0.94 | 0.99 | >0.99 |
| Otras características | No formador de esporas | | |
| Atmósfera | Facultativo (prolifera con o sin oxígeno) | | |

Fuentes: ICMSF 1995 y *Bad Bug Book* (2.ª edición).

Shigella spp.

- La infección provoca diarrea, que puede ser acuosa o hemorrágica. La infección se conoce también como “disentería”.
- Fuentes primarias: tracto intestinal humano.
- Transmitida por: contaminación fecal a partir de agua contaminada o trabajadores de la industria alimentaria infectados.

| Parámetros de proliferación | Mínima | Óptima | Máxima |
|-----------------------------|------------------------|--------|------------------|
| Temperatura | 6.1 †C (43 †F) | - | 47.1 †C (117 †F) |
| pH | 4.8 | - | 9.3 |
| aw | 0.96 | - | - |
| Otras características | No formador de esporas | | |

| | |
|-----------|-------------------------------------------|
| Atmósfera | Facultativo (prolifera con o sin oxígeno) |
|-----------|-------------------------------------------|

Fuentes: Seafood Hazards Guide 2011, ICMSF 1995 y *Bad Bug Book* (2.ª edición).

Staphylococcus aureus

- Tras una proliferación extensa, produce toxinas termoestables.
- Fuentes primarias: forúnculos, fosas nasales y piel.
- Transmitido por: alimentos cocidos recontaminados y alimentos con alto contenido de sal o azúcar.
- Factores asociados: recontaminación y abuso de temperatura.

| Parámetros de proliferación | Mínima | | Óptima | | Máxima | |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|-----------------------|----------------|----------------|
| | Proliferación | Toxina | Proliferación | Toxina | Proliferación | Toxina |
| Temperatura | 7 °C (45 °F) | 10 °C (50 °F) | 37 °C (99 °F) | 40-45 °C (104-113 °F) | 50 °C (122 °F) | 48 °C (118 °F) |
| pH | 4 | 4 | 6-7 | 7-8 | 10 | 9,8 |
| aw | 0.83 | 0.85 | 0.98 | | >0.99 | |
| Otras características | Mal competidor, no formador de esporas | | | | | |
| Atmósfera | Facultativo: prolifera con o sin oxígeno, aunque más lentamente sin oxígeno | | | | | |

Fuentes: ICMSF 1995 y *Bad Bug Book* (2.ª edición).

Streptococcus spp. grupo A

- La infección provoca dolor de garganta, amigdalitis y fiebre.
- Fuentes primarias: sitios infectados de humanos y animales, leche cruda.
- Factores asociados: trabajadores infectados que manipulan alimentos e ingesta de productos lácteos o cárnicos crudos.

| Parámetros de proliferación | Mínima | Óptima | Máxima |
|-----------------------------|---------------|---------------|------------------|
| Temperatura | 10 °C (50 °F) | 37 °C (99 °F) | <45 °C (<113 °F) |

Información suplementaria sobre organismos patógenos transmitidos por los alimentos

| | | | |
|-----------------------|-------------------------------------------|---|------|
| pH | 4.8-5.3 | 7 | >9.3 |
| %NaCl (sal) | - | - | <6.5 |
| Otras características | No formador de esporas | | |
| Atmósfera | Facultativo (prolifera con o sin oxígeno) | | |

Fuentes: *Seafood Hazards Guide*, ICMSF 1995 y *Bad Bug Book*.

Vibrio spp.

- Los síntomas de la infección varían según la cepa e incluyen desde diarrea a fiebre alta.
- Fuentes primarias: ambientes con agua salada, mariscos.
- Requiere sal para reproducirse.

| Parámetros de proliferación | Mínima | Óptima | Máxima |
|-----------------------------|-------------------------------------------|---------------|-------------------|
| Temperatura | 5 †C (41 †F) | 37 †C (99 †F) | 45.3 †C (114 †F) |
| pH | 4.8 | 7.8-8.6 | 11 |
| a _w | 0.94 | 0.98 | 0.996 (10 % NaCl) |
| Otras características | No formador de esporas, requiere sal | | |
| Atmósfera | Facultativo (prolifera con o sin oxígeno) | | |

Fuentes: *Seafood Hazards Guide* 2011, ICMSF 1995 y *Bad Bug Book* (2.^a edición).

Yersinia enterocolitica

- La infección provoca dolor abdominal, fiebre y diarrea. Puede simular una apendicitis.
- Fuentes primarias: cerdo crudo, leche cruda.
- Factores asociados: contaminación cruzada entre productos de cerdo crudos y alimentos RTE.

| Parámetros de proliferación | Mínima | Óptima | Máxima |
|-----------------------------|-------------------------------------------|-------------------|--------------|
| Temperatura | -1.3†C (30†F) | 25-37†C (77-99†F) | 42†C (108†F) |
| pH | 4.2 | 7.2 | 10 |
| aw | 0.945 | - | - |
| Otras características | No formador de esporas | | |
| Atmósfera | Facultativo (prolifera con o sin oxígeno) | | |

Fuentes: *Seafood Hazards Guide*, ICMSF 1995 y *Bad Bug Book*.

