



Capítulo 3

PELIGROS BIOLÓGICOS DE INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS PARA EL CONSUMO HUMANO

Objetivos de aprendizaje

Al terminar este capítulo los participantes serán capaces de:

1. Definir el término “peligro”.
2. Reconocer el impacto significativo de los peligros biológicos.
3. Identificar los peligros biológicos potenciales, sus fuentes y los factores contribuyentes.
4. Identificar controles potenciales para estos peligros.

Definición de peligro

Cualquier agente biológico, químico (incluidos los radiológicos) o físico que tenga el potencial de ocasionar enfermedad o lesión (Título 21 del CFR Parte 117.3).

Biológico



Químico



Físico



“Peligro” no necesariamente se refiere a:

- **Incumplimientos de los estándares regulatorios que NO están directamente relacionados con la inocuidad de los alimentos:**
 - Fraude económico (a menos que se asocie con algún problema específico de inocuidad).
 - Muchos de los estándares de identidad.
- **Condiciones indeseables que generalmente NO suelen ser peligros que requieran de controles preventivos:**
 - Descomposición (a menos que se asocie con un problema específico de inocuidad).
 - Fragmentos o partes de insectos.
 - Cabello.
 - Suciedad.
- **Sin embargo, los incumplimientos y/o las condiciones pueden estar sujetas a requisitos de otras regulaciones.**

Determinación de la magnitud de los peligros

- Los CDC definen un brote de enfermedades transmitidas por los alimentos como un incidente en el que dos o más personas experimentan una enfermedad similar después de consumir un alimento en común y el análisis epidemiológico indica un alimento como el origen de la enfermedad.
- Registro de incidentes sanitarios en productos agroalimentarios (RFR, por sus siglas en inglés) de la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA)

Fuentes:

- *CDC Foodborne Disease Outbreak Surveillance System (FDOSS):*
<https://ndc.services.cdc.gov/case-definitions/foodborne-disease-outbreak-2011/>
- *FDA Reportable Food Registry:*
<https://www.fda.gov/food/compliance-enforcement-food/reportable-foo>

Brotos de enfermedades transmitidas por los alimentos

Los CDC estiman que cada año el consumo de alimentos contaminados provoca:

48 millones de casos de enfermedades transmitidas por los alimentos

128,000 hospitalizaciones

3,000 muertes

Los agentes biológicos son los causantes de más brotes de enfermedades

Brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos notificados del 2009–2015

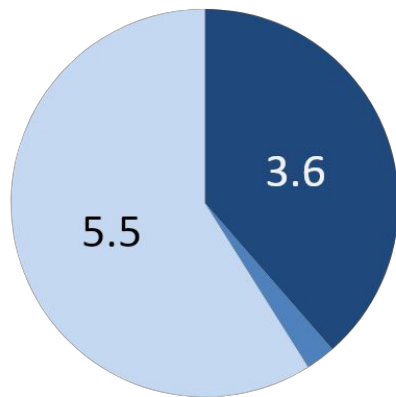
Tipo de peligro	Brotes	Enfermedades	Hospitalizaciones	Muertes
Biológico	3,837	81,423	5,248	138
- Bacteriano	1,906	42,546	4,731	131
- Viral	1,898	37,559	483	7
- Parasitario	33	659	34	0
Químico	257	1,204	271	2
Físico	Sin recopilar			
Desconocido	1,583	15,728	286	3

Fuente: Vigilancia de brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos — Estados Unidos, 2009–2015 (2018)

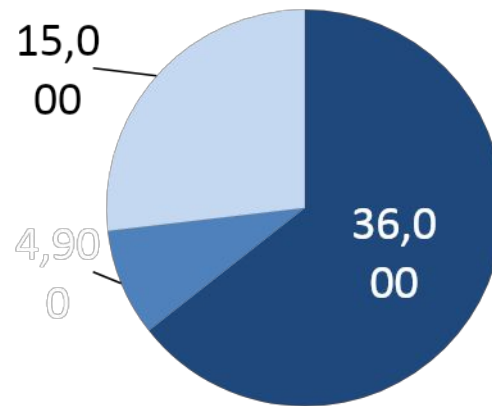
Las enfermedades transmitidas por los alimentos causan sufrimiento significativo

Estimaciones anuales en los Estados Unidos

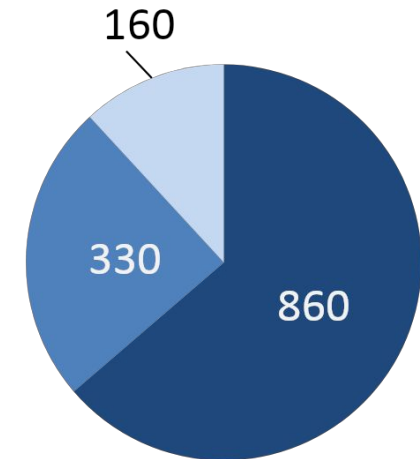
**Enfermedades
(en millones)**



Hospitalizaciones



Muertes

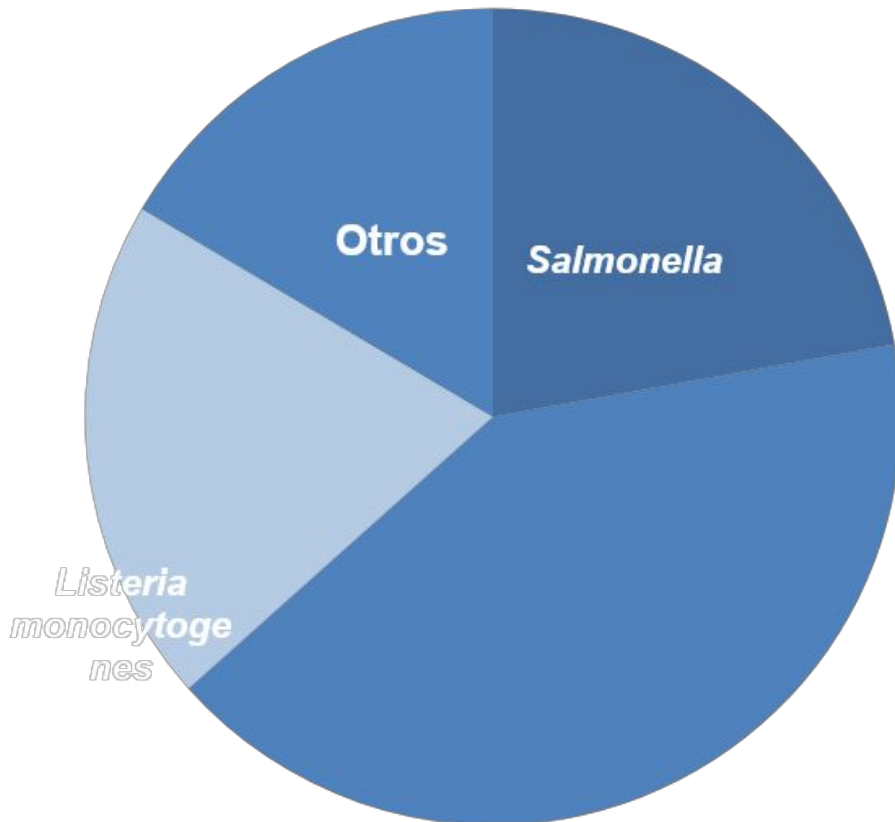


- Bacterias
- Parásitos
- Señal Estimada

Fuente: Scallan, et al. (2011). Foodborne illnesses acquired in the United States – Major Pathogens. *Emerging Infectious Diseases* 17(1):7-15

El Registro de Incidentes Sanitarios en Productos Agroalimentarios identifica las áreas de preocupación

Reporte del Registro de Incidentes Sanitarios en Productos Agroalimentarios



- Portal electrónico para que la industria informe cuando existe una probabilidad razonable de que un producto alimenticio ocasione consecuencias adversas graves para la salud o la muerte. Estos alimentos son “alimentos declarables”.
- Los peligros biológicos en alimentos son los que se reportan con mayor frecuencia.
- Los alérgenos no declarados representan un poco más de un tercio de los peligros declarados en los alimentos.
- Para obtener información más actualizada consulte el panel de datos del *RFR* de la *FDA* (el código QR se encuentra en el manual del participante).

Fuente: *FDA RFR Data Dashboard*:

<https://www.fda.gov/about-fda/fda-track-agency-wide-program-performance/fda-track-reportable-food-registry-data-dashboard>

Peligros biológicos potenciales

- Los microorganismos presentes en los alimentos pueden incluir:
 - Bacterias
 - Virus
 - Protozoarios (incluyendo a los parásitos)
 - Mohos*
 - Priones

Algunos microorganismos son patógenos, pero ¡muchos no lo son!

**Tenga en cuenta que el enfoque se centra en el crecimiento de los hongos que producen micotoxinas. Las micotoxinas se consideran un peligro químico.*

Entendiendo la contaminación de los alimentos

- Los alimentos pueden contaminarse con microorganismos dañinos en cualquier punto de la cadena de suministro de alimentos.
- La contaminación puede provocar enfermedades cuando hay una falta de controles incluyendo un procesamiento inadecuado, contaminación cruzada o mala higiene personal.



Entendiendo la contaminación de los alimentos

- Aunque cualquier alimento puede ser una fuente de contaminación, existen dos categorías importantes de alimentos, aquellos que:
 - Favorecen el crecimiento y la supervivencia de los microorganismos.
 - Se consideran listos para el consumo (incluyendo los alimentos tratados como listos para el consumo).



Infecciones e intoxicaciones transmitidas por los alimentos

Infección transmitida por los alimentos

- El patógeno invade el cuerpo después del consumo de los alimentos contaminados.
- **No es necesario que crezca en el alimento para causar la enfermedad.**
- **Ejemplos:**
 - *E. coli* patógena
 - *Salmonella*
 - *Listeria monocytogenes*
 - Todos los virus y parásitos

Intoxicación transmitida por los alimentos

- El crecimiento del patógeno en el alimento produce una toxina que causa la enfermedad cuando es consumida.
- **Si no hay crecimiento en el alimento = No hay toxina = No hay enfermedad**
- **Ejemplos:**
 - *Staphylococcus aureus*
 - *Clostridium botulinum*
 - *Bacillus cereus*

Fuentes comunes de peligros biológicos relacionados con los ingredientes

Peligro biológico	Potencial ingrediente de origen
<i>Salmonella</i> spp.	Productos agrícolas frescos, nueces, granos, especias, productos de origen animal.
<i>E. coli</i> – STEC	Fruta caída, germinados, productos agrícolas frescos.
<i>Listeria monocytogenes</i>	Productos agrícolas crudos, ingredientes contaminados.
<i>Clostridium botulinum</i>	Tubérculos y otros productos asociados con el crecimiento en el suelo.
<i>Clostridium perfringens</i>	Especias y otros productos asociados con el suelo.
<i>Bacillus cereus</i>	Arroz y otros granos.
<i>Campylobacter</i> spp.	Leche cruda/sin pasteurizar, agua insalubre.
<i>Cronobacter</i> spp. (including <i>C. sakazakii</i>)	Productos lácteos en polvo.
Norovirus – virus	Mariscos, ingredientes listos para el consumo manipulados por trabajadores enfermos.
Hepatitis A – virus	Productos agrícolas, ingredientes listos para el consumo manipulados por trabajadores enfermos.
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Agua contaminada.
<i>Cyclospora</i>	Productos agrícolas frescos regados con agua contaminada.

Fuentes comunes de peligros biológicos relacionados con el proceso, la instalación y el personal

Fuente del peligro	Peligros
Relacionados con el proceso	<ul style="list-style-type: none">• Patógenos vegetativos que sobreviven a un proceso inadecuado (<i>Salmonella</i> spp., <i>Cronobacter</i>)• Patógenos formadores de esporas en alimentos refrigerados inadecuadamente (<i>C. perfringens</i>)• Adición de ingredientes después del proceso (<i>L. monocytogenes</i>)
Relacionados con la instalación (malas prácticas de saneamiento, etc.)	<ul style="list-style-type: none">• <i>Listeria monocytogenes</i> (ambiente de proceso húmedo)• <i>Salmonella</i> spp. (ambiente de proceso seco, plagas)
Relacionados con el personal	<ul style="list-style-type: none">• <i>S. aureus</i>, <i>Shigella</i> spp. <i>Salmonella</i> spp.• Hepatitis A virus, Norovirus• Parásitos como <i>Giardia</i>, <i>Cyclospora</i>

Métodos potenciales de control para las bacterias



Control de microorganismos – Prevención de la contaminación

Prevención de la contaminación:

- Prácticas de higiene personal
- BPM/saneamiento:
 - Separación de alimentos crudos y cocidos.
 - Limpieza y desinfección de las superficies de contacto con los alimentos y superficies sin contacto con los alimentos (entorno de las instalaciones).
- Manipulación adecuada de los ingredientes y envases de contacto directo con los alimentos.



Control de microorganismos – Reducción o eliminación

Procesos que eliminan o reducen microorganismos:

- Los tratamientos letales incluyen:
 - Procesos térmicos (cocción, microondas)
 - Irradiación
 - Procesos de alta presión (HPP, por sus siglas en inglés)
 - Otros (tratamiento con óxido de etileno (ETO, por sus siglas en inglés), tratamiento con óxido de propileno (PPO, por sus siglas en inglés))
- Condiciones que influyen en la velocidad y eficacia de la reducción:
 - Tiempo y temperatura
 - Composición o formulación de los alimentos (pH, contenido de humedad)
 - Otros factores

Las esporas son más difíciles de inactivar que las células vegetativas

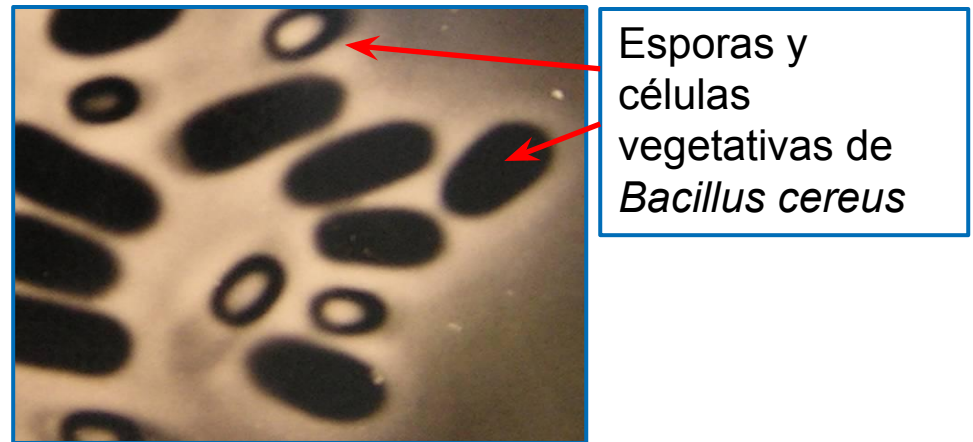
Las bacterias formadoras de esporas pueden sobrevivir a los procesos para eliminar los microorganismos patógenos vegetativos. Su crecimiento potencial debe controlarse:

Células vegetativas

- *Campylobacter* spp.
- *Cronobacter*
- *E. coli* patógena
- *Listeria monocytogenes*
- *Mycobacterium bovis*
- *Salmonella* spp.
- *Staphylococcus aureus*
- *Streptococcus* Grupo A
- *Vibrio* spp.
- *Yersinia enterocolitica*

Formadoras de esporas

- *Bacillus cereus*
- *Clostridium botulinum*
- *Clostridium perfringens*



Esporas y células vegetativas de *Bacillus cereus*

Fuente de la imagen: K.M.J. Swanson

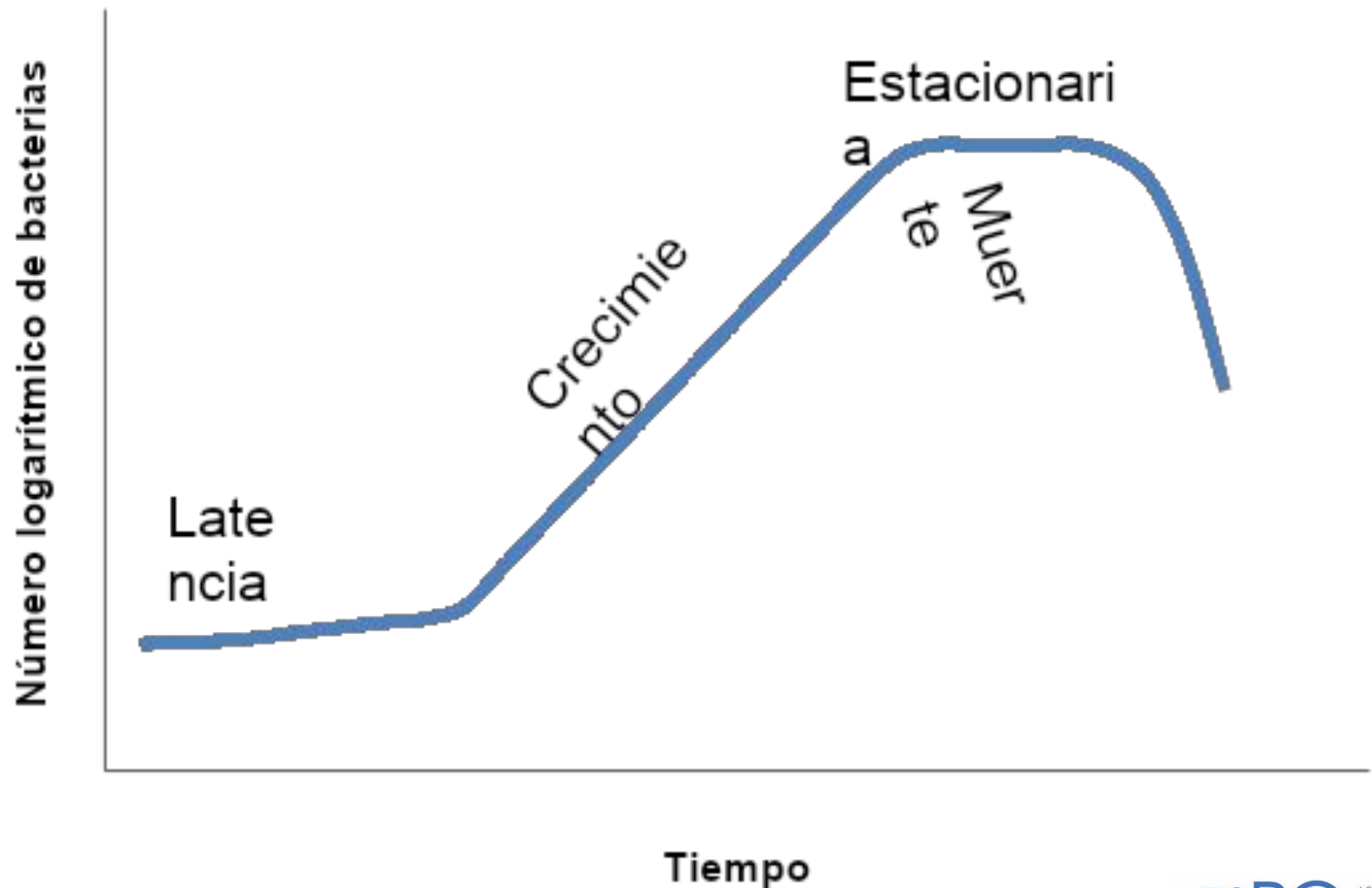
Control de microorganismos – Control del crecimiento

Control del crecimiento* – uso de factores que afectan el crecimiento bacteriano:

- Alimento – una fuente de nutrientes
- Tiempo y temperatura
- pH – medida de acidez y alcalinidad
- Actividad del agua (a_w)
- Atmosfera adecuada – oxígeno atmosférico, oxígeno reducido, sin oxígeno
- Competencia microbiana
- Conservantes
- Tecnología de obstáculos

***Reducir el crecimiento reduce el riesgo, ¡pero no lo elimina!**

Control de microorganismos – A mayor cantidad aumenta el riesgo



Control de microorganismos – Tiempo y temperatura

- Las temperaturas frías controlan el crecimiento bacteriano:
 - De temperaturas refrigeración a temperaturas de congelación de 41°F (5°C) a -20°F (-29°C) o menos.
 - Las tasas de crecimiento generalmente son muy lentas, aunque algunos patógenos pueden crecer a temperaturas de refrigeración.
 - A medida que aumenta la temperatura, aumenta la tasa de crecimiento, por lo que el tiempo es un factor que hay que tomar en cuenta cuando se almacenan los alimentos por encima de la temperatura de congelación.



Control de microorganismos – Tiempo y temperatura

Las altas temperaturas restringen el crecimiento de los patógenos y conforme se aumenta la temperatura se reduce su cantidad:

- Mantenimiento a altas temperaturas de 135°F (57°C) y más.
- Los tiempos de reducción de patógenos vegetativos para temperaturas determinadas pueden variar.
- Enfriamiento de los alimentos cocinados para restringir el crecimiento de las bacterias formadoras de esporas.



Control de microorganismos – Acidez medida por el pH

- El pH es una medida de la acidez (pH <7.0) o de alcalinidad (pH >7.0) de un alimento.
- Por lo general los patógenos crecen mejor en un rango neutro, pero en general se controla su crecimiento a un pH de 4.6 o menor.
- Algunos patógenos pueden sobrevivir a un pH menor que 4.6

Tipo de microorganismo	Rango de pH para el crecimiento
Bacterias	3.7 a 11.0
Mohos	1.5 a 9.0
Levaduras	2.0 a 8.5

Control de microorganismos – pH de algunos alimentos seleccionados

Alimento	pH*
Leche	6.3 - 8.5
Tofu	7.2
Huevos enteros	7.1 - 7.9
Maíz	6.0 - 7.5
Queso cheddar	5.9
Melón cantalupo	6.2 - 7.1
Pepinos	5.1 - 5.2
Tomates	4.2 – 4.9
Manzana y jugo de manzana	3.3 – 4.0
Chucrut (<i>sauerkraut</i>)	3.4 – 3.6
Pepinillos encurtidos	3.2 – 3.5
Vinagre	2.0 – 3.5

**Los valores generales pueden variar según la formulación, la temporada y otros factores.*

*Adaptado de: FDA. (2012).
Bad Bug Book, 2nd Ed.*

Control de microorganismos – Actividad del agua (a_w)

La actividad del agua (a_w) es una medida de la disponibilidad del agua en un alimento.

Los rangos de medición van desde 0 (sin agua disponible) a 1.0 (agua pura)

La a_w se pueden reducir al incrementar los solutos como los azúcares o las sales.

Control de microorganismos – Actividad del agua (a_w)

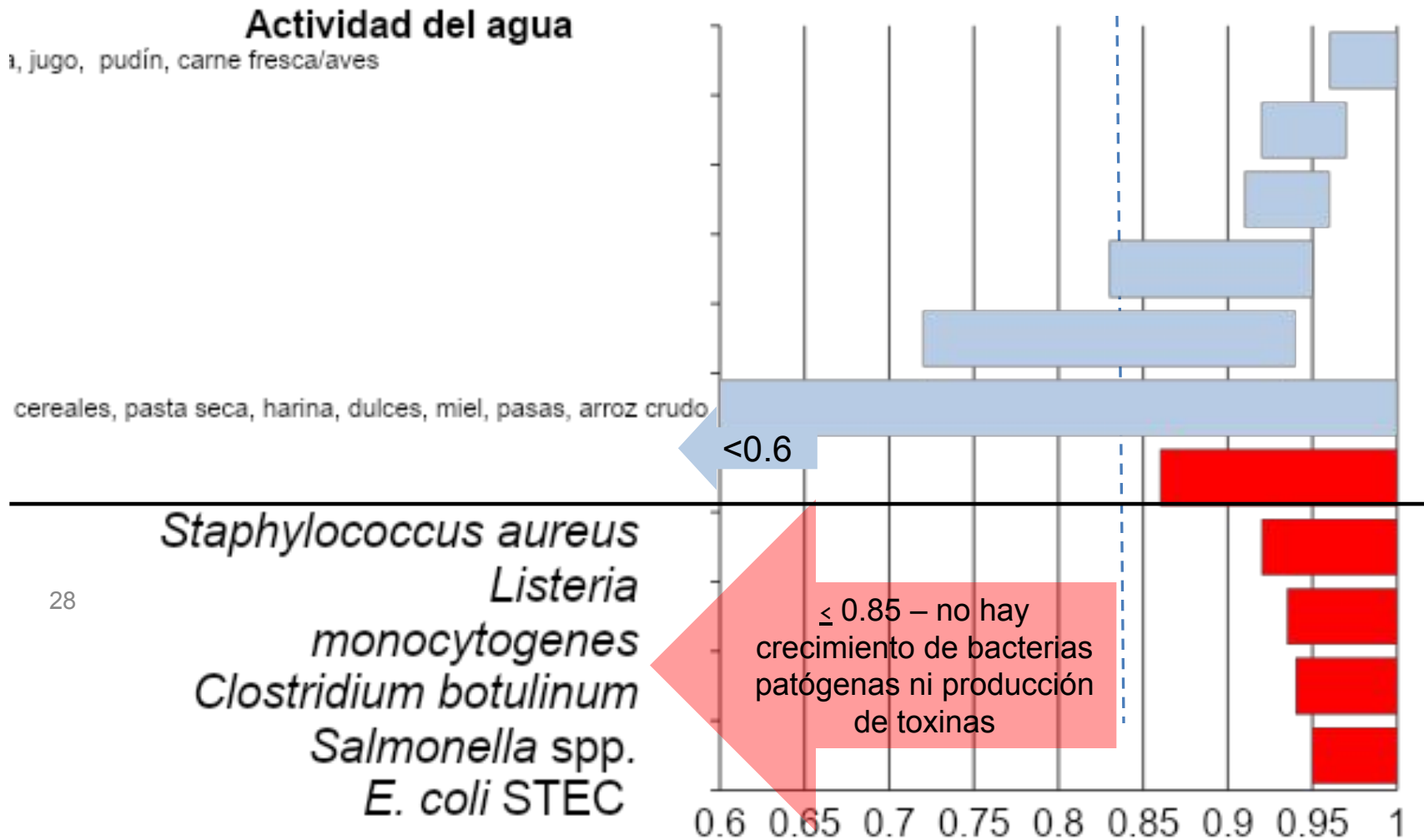
Algunos mohos pueden crecer a una a_w baja de 0.70 o menor, pero las bacterias patógenas generalmente se inhiben a 0.94.

Staphylococcus aureus puede crecer a un valor mínimo de 0.85 a_w , en la que puede producir toxinas.

Aunque un valor bajo de a_w restringirá el crecimiento, algunos patógenos sobrevivirán como por ejemplo, *Salmonella*.

La resistencia al calor de ciertos patógenos puede verse incrementada al disminuir el valor del a_w .

Control de microorganismos – Actividad del agua y crecimiento de patógenos



Fuente: G. Barbosa-Canovas, et. al. (2007). *Microbial growth under otherwise optimum conditions.*

Control de microorganismos – Otros factores que influyen en el crecimiento bacteriano

- **Atmósfera**

- Los anaerobios crecen en ausencia de oxígeno.
- Los microorganismos facultativos crecen con o sin oxígeno.
- Los aerobios estrictos necesitan del oxígeno para crecer.
- Implicaciones para el envasado con oxígeno reducido (ROP, por sus siglas en inglés) o en atmósfera modificada (MAP, por sus siglas en inglés).

- **Competencia**

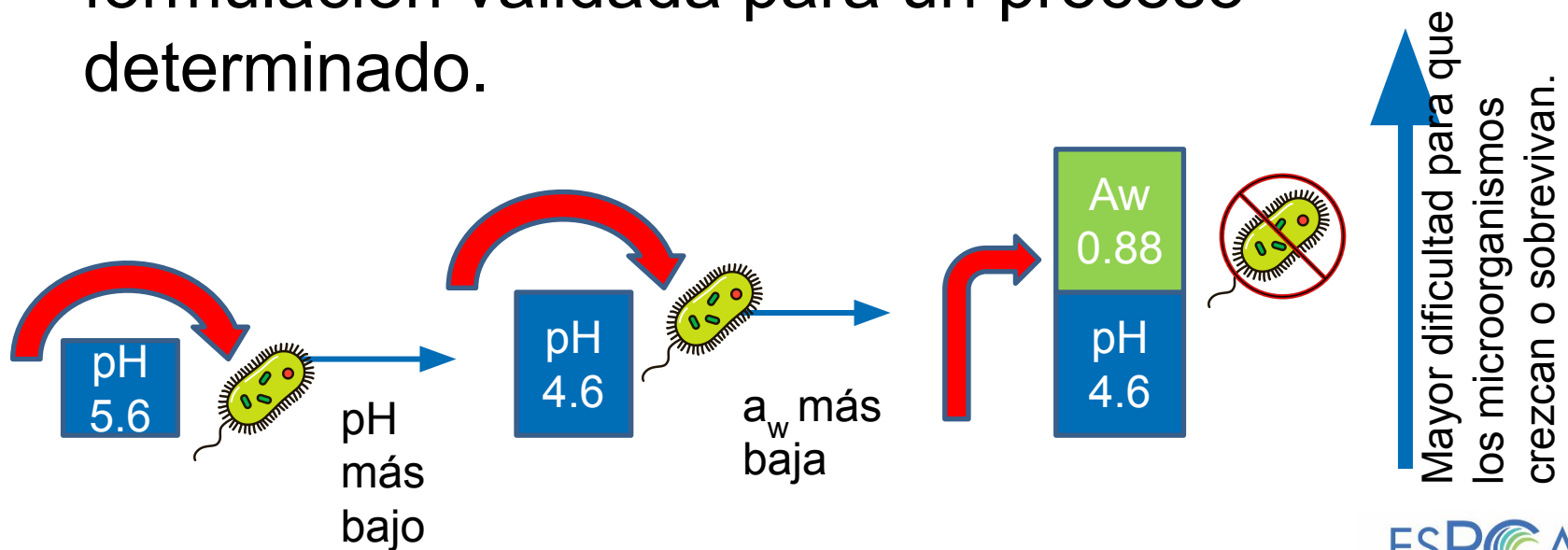
- Algunos patógenos crecen escasamente en presencia de otras bacterias (*S. aureus*).

- **Conservantes**

- El nitrito, sorbato, benzoato y el propionato pueden inhibir el crecimiento de microorganismos.

Control de microorganismos – Tecnología de **obstáculos** – Combinación de factores

- Estos parámetros a menudo trabajan en conjunto para lograr un efecto sinérgico en la restricción del crecimiento de los patógenos.
- Frecuentemente se logra a través de una formulación validada para un proceso determinado.



Bacterias patógenas*

Existen varias bacterias patógenas que se deben tener en cuenta dependiendo del alimento y el proceso:

- *Bacillus cereus*
- *Campylobacter jejuni*
- *Clostridium botulinum*
- *Clostridium perfringens*
- *Escherichia coli* productora de toxina Shiga, como O157:H7
- *Listeria monocytogenes*
- *Salmonella* spp.
- *Shigella* spp.
- *Staphylococcus aureus*

Bacterias patógenas – *Salmonella* spp.

Salmonella spp.

Enfermedad	<ul style="list-style-type: none">• La infección causa náuseas, vómito, diarrea, fiebre, dolor de cabeza.• Algunas cepas tienen una baja dosis infecciosa.
Fuente	<ul style="list-style-type: none">• Principales fuentes: tracto intestinal de humanos y animales.• Se transmite a través de la carne, aves, huevos, leche sin pasteurizar, jugos no pasteurizados y muchos otros alimentos (por ejemplo, los frutos secos, especias, productos agrícolas, chocolate, harina).
Factores contribuyentes	<ul style="list-style-type: none">• Contaminación del ambiente (por ejemplo, del campo a los cultivos, del ambiente de procesamiento a los alimentos listos para el consumo).• Alimentos crudos o mal cocidos.• Puede sobrevivir en los alimentos secos (poca humedad) y en los alimentos refrigerados durante tiempos prolongados.

Bacterias patógenas – *Escherichia coli* productora de toxina Shiga

Escherichia coli productora de toxina Shiga

Enfermedad	<ul style="list-style-type: none">• La infección causa diarrea sanguinolenta y puede provocar falla renal y la muerte.• Baja dosis infecciosa.
Fuente	<ul style="list-style-type: none">• Principales fuentes: tracto intestinal de animales rumiantes (p.ej., vacas, ovejas, ciervos).• Se transmite por carne de res cruda o mal cocida, vegetales de hoja verde, germinados y leche y jugos no pasteurizados.
Factores contribuyentes	<ul style="list-style-type: none">• Contaminación del cultivo por el uso de agua de riego insalubre.• Carnes crudas o mal cocidas.

Bacterias patógenas – *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes

Enfermedad	<ul style="list-style-type: none">• La infección causa diarrea, meningitis, encefalitis, septicemia, aborto, muerte fetal.• Dosis infecciosa – el riesgo aumenta conforme aumenta la cantidad de organismos presentes.
Fuente	<ul style="list-style-type: none">• Principales fuentes: asociada con animales, el suelo, agua, los entornos de las instalaciones de elaboración de alimentos (p.ej. áreas frías y húmedas).• Transmitida por los alimentos listos para el consumo contaminados, por lo general alimentos habitualmente refrigerados capaces de sustentar el crecimiento del microorganismo.
Factores contribuyentes	<ul style="list-style-type: none">• Limpieza inadecuada del equipo y alrededores en los ambientes posteriores al proceso que conducen a la contaminación de los alimentos listos para el consumo.• Microorganismo capaz de crecer a temperaturas de refrigeración.

Bacterias patógenas – *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus

Enfermedad	<ul style="list-style-type: none">• La intoxicación provoca vómitos, náuseas y calambres abdominales.
Fuente	<ul style="list-style-type: none">• Principales fuentes: fosas nasales, piel y forúnculos.• Alimentos sometidos a abuso de temperatura que se contaminaron después de la cocción, alimentos con baja a_w.• Ensaladas a base de proteínas y masa o mezcla cruda para rebozar para el uso en alimentos fritos.
Factores contribuyentes	<ul style="list-style-type: none">• Mala higiene personal.• Se convierte en un problema en los alimentos cocinados sometidos a abuso de temperatura como un contaminante posterior al proceso cuando la microflora competidora fue eliminada.• La formación de toxinas ocurre cuando el microorganismo crece en alimentos sometidos a abusos de temperatura; la toxina es estable al calor.

Bacterias patógenas – *Clostridium botulinum*

Clostridium botulinum

Enfermedad	<ul style="list-style-type: none">• La intoxicación con la neurotoxina causa parálisis, visión borrosa y la muerte.
Fuente	<ul style="list-style-type: none">• Principales fuentes: el suelo y el agua.• Alimentos enlatados procesados de forma no adecuada, mezclas de ajo en aceite, alimentos sometidos a abuso de temperatura (p. ej., papas cocidas, guisos).
Factores contribuyentes	<ul style="list-style-type: none">• El microorganismo crece en alimentos procesados incorrectamente hasta llegar a grandes cantidades en las que produce la toxina.• Requiere condiciones anaeróbicas y un pH > 4.6.

Virus transmitidos por los alimentos

- Provocan infecciones con una baja dosis infecciosa.
- No pueden replicarse en los alimentos.
- Se transmiten a través de personas infectadas y por contacto con superficies y alimentos contaminados.
- Los virus siguen siendo infecciosos en las superficies durante periodos prolongados.
- Sobreviven con facilidad a la congelación.
- Norovirus: vómito agudo en cuestión de horas después de la infección.
- Hepatitis A: semanas después de la infección afecta la función del hígado provocando fiebre e ictericia.

Métodos para prevenir la transmisión viral

- Prácticas adecuadas:
 - Los manipuladores de alimentos siguen las buenas prácticas de higiene personal.
 - Exclusión de los manipuladores de alimentos que están enfermos.
 - Eliminación adecuada de las heces humanas.
 - Eliminación de las prácticas de fertilización de cultivos con aguas negras tratadas inadecuadamente.
 - Tratamiento adecuado de las aguas negras.
 - Limpieza y desinfección de las instalaciones sanitarias.
- Cocción.

Parásitos protozoarios transmitidos por los alimentos

- No se reproducen en los alimentos.
- Algunos parásitos que se transmiten por los alimentos incluyen:
 - *Cryptosporidium parvum*
 - *Cyclospora cayetanensis*
 - *Giardia intestinalis (lamblia)*
 - *Toxoplasma gondii*
 - *Trichinella* spp.

Métodos para prevenir la transmisión de parásitos

- Prácticas adecuadas:
 - Los manipuladores de alimentos siguen las buenas prácticas de higiene personal.
 - Eliminación adecuada de las heces humanas.
 - Aplicación de mejoradores biológicos de suelos de forma apropiada para fertilizar los cultivos (p.ej., no usar aguas negras sin tratar).
 - Tratamiento adecuado del agua y las aguas negras.
- Evitar el contacto con fauna silvestre infectada.
- Ciclos de congelación/descongelación.
- Cocción.

Fuentes de peligros biológicos y controles potenciales

Fuentes de peligros biológicos	Controles potenciales
Relacionados con los ingredientes.	<ul style="list-style-type: none">• Programas de la cadena de suministro.• Controles de proceso (p.ej., cocción, enfriamiento)
Relacionados con los procesos y las instalaciones.	<ul style="list-style-type: none">• Controles de proceso (p.ej., cocción en el envase)• Controles de saneamiento (p.ej., limpieza, desinfección, diseño sanitario, zonificación higiénica).
Relacionados con las personas.	<ul style="list-style-type: none">• Buenas prácticas de manufactura (p.ej., capacitación, higiene personal, exclusión de enfermedades).• Controles de saneamiento.

Resumen de los peligros biológicos

- Los peligros biológicos, que incluyen las bacterias patógenas, los virus y parásitos, pueden presentarse en los alimentos.
- Estos peligros, si no se previenen y controlan, pueden afectar gravemente la inocuidad de los alimentos.
- Los controles preventivos para peligros biológicos que requieren tal control tienen que documentarse en el plan de inocuidad de los alimentos.

Resumen de los peligros biológicos

Los controles potenciales para los peligros biológicos incluyen:

- **Prevención de la contaminación**

- Los ingredientes, las personas y el ambiente son fuentes potenciales de contaminación.

- **Reducción o eliminación**

- Las esporas son más difíciles de eliminar que las bacterias vegetativas, los virus y los parásitos.

- **Control del crecimiento (únicamente para las bacterias)**

- Cuando la instalación no puede prevenir la contaminación o eliminar las bacterias tienen que controlar su crecimiento.
- El tiempo, la temperatura, el pH, la actividad del agua (a_w), la atmosfera, la competencia, los conservantes y las combinaciones de estos factores pueden ayudar.

Verificación del conocimiento #1

¿Qué cambio de producto/proceso generaría una mayor probabilidad de una preocupación de un peligro biológico?

- A. Agregar un ingrediente ácido como vinagre a una formulación para reducir el pH del producto a 3.4
- B. Aumentar la cantidad miel a la formulación de un producto para reducir la actividad de agua a 0.80
- C. Reducir la temperatura de cocción del proceso de 165° F (74°C) a 125°F (52°C) para obtener un mayor rendimiento.
- D. Aumentar el flujo de aire del congelador para reducir el tiempo de congelación de un platillo completamente cocinado a 30 minutos.

Verificación del conocimiento #2

¿Qué microorganismo es el causante #1 de enfermedades transmitidas por los alimentos en los Estados Unidos?

- A. *Salmonella*
- B. *Listeria monocytogenes*
- C.
- D. *Clostridium botulinum*