

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Farmacia

Infecciones alimentarias transmitidas por frutas y verduras frescas

Yolanda Rodríguez Martín

Curso 2017/2018

Profesora: Ana María Rodríguez Pérez

Facultad de Ciencias de la Salud.
Sección Farmacia

Departamento: Bioquímica,
Microbiología, Biología Celular y
Genética

Área: Microbiología

Índice

| | |
|--|----|
| Abstract/Resumen..... | 2 |
| 1. Introducción..... | 3 |
| 2. Objetivos..... | 3 |
| 3. Patógenos transmitidos por frutas y verduras frescas | 4 |
| 4. Fuentes de contaminación | 6 |
| 5. Factores que influyen en la contaminación microbiana | 8 |
| 6. Control..... | 9 |
| 6.1. Medidas para prevenir la contaminación de frutas y verduras | 9 |
| 6.2. Higienización de frutas y verduras | 11 |
| 6.3. Tecnologías nuevas y emergentes | 12 |
| 7. Conclusión..... | 13 |
| Bibliografía..... | 14 |

Infecciones alimentarias transmitidas por frutas y verduras frescas

Abstract

The consumption of fresh fruits and vegetables has always been part of the diet of the world population as they contain essential nutrients for our health such as vitamins and minerals. In the last years, due to different factors like changes in the lifestyle in order to be healthier, there has been an increase in the consumption of fresh fruits and vegetables which has led to a higher incidence of foodborne diseases associated with fresh produce. Enterohemorrhagic *Escherichia coli* serotypes, *Salmonella* spp., *Shigella* spp. and *Listeria monocytogenes* are four of the most common pathogens causing foodborne illness. The purpose of this review is to discuss the principal pathogenic bacteria implicated in the contamination of fresh produce, factors that participate and the measures that should be taken to prevent new cases using products that are safe and do not imply any risk to the community or the environment.

Keywords: Fresh produce; foodborne illness; vegetables; fruits; control.

Resumen

El consumo de frutas y verduras frescas ha sido siempre parte de la dieta humana en todo el mundo ya que contienen nutrientes esenciales como vitaminas y minerales. En los últimos años, debido a diferentes factores como cambios en los hábitos alimenticios para lograr un estilo de vida más saludable, ha habido un incremento en el consumo de frutas y verduras frescas, lo que ha llevado a una incidencia mayor de enfermedades transmitidas por estos alimentos. Los serotipos enterohemorrágicos de *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Shigella* spp. y *Listeria monocytogenes* son cuatro de los patógenos más comunes causantes de enfermedades transmitidas por alimentos. El objetivo de este trabajo es discutir las principales bacterias patógenas implicadas en la contaminación de productos frescos, los factores que influyen y las medidas que deben adoptarse para prevenir nuevos casos usando productos que sean seguros y no impliquen ningún riesgo para la comunidad o el medio ambiente.

Palabras clave: Productos frescos, enfermedades transmitidas por alimentos, verduras, frutas, control.

Infecciones alimentarias transmitidas por frutas y verduras frescas

1. Introducción

El consumo de frutas y verduras frescas está aumentando en nuestra sociedad desde hace unos años debido al interés por seguir una dieta más saludable y, por ello, existe también un aumento en el número de casos de infecciones alimentarias asociadas a estos productos, aunque su porcentaje sigue siendo pequeño respecto al total de infecciones alimentarias.^[1,2] Los brotes suelen ser desagradables pero leves y autolimitados, cursando con gastroenteritis. Sin embargo, en el caso de embarazadas, niños pequeños, ancianos e inmunocomprometidos, estas enfermedades pueden suponer un riesgo importante, llegando incluso a comprometer la vida de la persona.^[3]

Estos alimentos tienen numerosas propiedades beneficiosas para la salud, su consumo diario contribuye a prevenir enfermedades importantes como las cardiovasculares, la diabetes, la obesidad o el cáncer.^[2] Además, ayuda a prevenir algunas carencias de micronutrientes. En un taller conjunto de la OMS/FAO celebrado en 2004 se aportaron datos sobre la importancia de estos alimentos:

- Un consumo suficiente de frutas y verduras podría salvar hasta 1,7 millones de vidas cada año.
- La ingesta insuficiente de frutas y verduras es uno de los 10 factores principales de riesgo de mortalidad a escala mundial.
- Se calcula que la ingesta insuficiente de frutas y verduras está relacionada con, aproximadamente, un 19% de los cánceres gastrointestinales, un 31% de las cardiopatías isquémicas y un 11% de los accidentes vasculares cerebrales.^[4]

Estos productos se suelen consumir en crudo, sobre todo las frutas y las verduras para ensalada, y de ahí el riesgo potencial para la salud, ya que si fueran cocinadas la mayoría de los patógenos se inactivarían (aunque algunos como *Staphylococcus aureus* producen toxinas termoestables).^[5]

Por ello, deben manipularse con precaución y tomar las medidas adecuadas durante su producción, conservación, transporte y una vez que van a ser consumidos.^[1]

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es el estudio de los patógenos de transmisión alimentaria asociados al consumo de frutas y verduras frescas, las fuentes de contaminación, los factores implicados en ella y los abordajes necesarios para su control.

3. Patógenos transmitidos por frutas y verduras frescas

La microbiota asociada con la mayoría de las verduras está dominada por bacterias Gram negativas, mientras que la dominante en las frutas está compuesta principalmente por levaduras y mohos.^[6] La mayoría de estos microorganismos no son patógenos, sino alterantes que deterioran el producto. Sin embargo, estos alimentos también pueden ser colonizados por patógenos y ser responsables de brotes alimentarios.

Muchos casos no son registrados ya que no son graves, son casos aislados o con productos cuya trazabilidad es difícil de seguir. Aun así se pueden encontrar estudios y publicaciones de brotes bien documentados que nos ofrecen información sobre los principales responsables (*Tabla 1*). Dentro de éstos, los más importantes son las bacterias: *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* y *Shigella*.^[1]

Tabla 1: Brotes asociados a frutas y verduras frescas. Datos extraídos de: Olaimat y Holley.^[1] y Wadamori et al.^[5]

| Año | Localización | Patógeno | Producto |
|------|------------------|--|-------------------|
| 2016 | Reino Unido | <i>E. coli</i> O157:H7 (enterohemorrágica) | Ensalada |
| 2016 | Australia | <i>Salmonella</i> <i>hvitvingfoss</i> | Melón |
| 2016 | Australia | <i>Salmonella</i> <i>anatum</i> | Lechuga |
| 2015 | Australia | Virus Hepatitis A | Fresas congeladas |
| 2015 | EEUU | <i>Salmonella</i> <i>poona</i> | Pepinos |
| 2014 | EEUU | <i>L. monocytogenes</i> | Brotes de soja |
| 2014 | Nueva Zelanda | <i>Yersinia pseudotuberculosis</i> | Vegetales |
| 2014 | Reino Unido | <i>E. coli</i> O96 (enteroinvasiva) | Lechuga, pepino |
| 2013 | Reino Unido | <i>E. coli</i> O157:H7 (enterohemorrágica) | Berros |
| 2011 | EEUU | <i>E. coli</i> O157:H7(enterohemorrágica) | Fresas |
| 2011 | Europa | <i>E. coli</i> O104:H4 (enterohemorrágica) | Brotes vegetales |
| 2011 | EEUU | <i>E. coli</i> O157:H7 (enterohemorrágica) | Lechuga |
| 2011 | EEUU | <i>L. monocytogenes</i> | Melón |
| 2011 | EEUU | <i>Salmonella</i> | Melón |
| 2011 | EEUU | <i>Salmonella</i> | Papaya |
| 2010 | EEUU | <i>L. monocytogenes</i> | Apio |
| 2010 | EEUU | <i>E. coli</i> O145(enterohemorrágica) | Lechuga |
| 2008 | EEUU/Canadá | <i>E. coli</i> O157:H7 (enterohemorrágica) | Lechuga |
| 2008 | EEUU/Canadá | <i>Salmonella</i> | Pimientos |
| 2007 | Europa | <i>Salmonella</i> | Espinacas |
| 2007 | Australia/Europa | <i>Shigella sonnei</i> | Zanahorias |

Infecciones alimentarias transmitidas por frutas y verduras frescas

Escherichia coli

El hábitat natural de esta especie es el intestino de humanos y otros animales, siendo la mayoría de sus cepas no patógenas. Dentro de las cepas patógenas, las enterohemorrágicas son las más virulentas, debido a la producción de verotoxinas (toxinas tipo Shiga), y las que causan con mayor frecuencia enfermedad en los países desarrollados (especialmente *E. coli* O157:H7). La ingesta de < 100 bacterias puede resultar en diarrea leve no complicada o producir cuadros más graves: colitis hemorrágica con dolor abdominal intenso, diarrea sanguinolenta y complicaciones como síndrome urémico-hemolítico. Los casos se adquieren por el consumo de frutas y verduras crudas, contaminadas por heces. La falta de trazabilidad de los productos es un factor importante que complica la identificación de la fuente específica del problema.^[7,8]

Salmonella

Este género incluye más de 2700 serotipos, de los cuales 200 están asociados con infecciones humanas. Los estudios moleculares han demostrado que la mayor parte de los aislamientos con importancia clínica pertenecen a la especie *Salmonella enterica*. Son bacterias intestinales cuya principal ruta de transmisión es a través de contaminación fecal, contaminación cruzada y el manejo de alimentos. Las salmonelas de serotipos no tifoideos (frecuentemente *S. enterica* serovar Typhimurium y Enteritidis) producen gastroenteritis (náuseas, vómitos y diarrea no sanguinolenta), mientras que *S. enterica* serovar Typhi es el agente etiológico de la fiebre tifoidea, una enfermedad más grave que puede desembocar en septicemia y es potencialmente mortal. En el caso de *S. enterica* serovar Typhi la dosis infecciosa es baja, pero en otros serotipos se necesita un gran inóculo para que produzca enfermedad.^[7,8]

Listeria monocytogenes

Es una bacteria que se encuentra ampliamente distribuida en la naturaleza y un patógeno de gran preocupación para la salud pública. La listeriosis no es grave en la población general, manifestándose con síntomas que van desde dolores musculares hasta diarrea. Sin embargo, en mujeres embarazadas puede producir abortos o partos prematuros, y en neonatos, ancianos e inmunocomprometidos puede cursar con meningitis y sepsis, con una alta tasa de mortalidad. Los serotipos 1/2a, 1/2b y 4b son los causantes de la mayoría de los brotes. Puede contaminar el alimento a través del suelo, vegetación en descomposición, heces, aguas residuales o durante la fase de preparación por contaminación cruzada. Destacar que es tolerante a altas concentraciones de sal y a

Infecciones alimentarias transmitidas por frutas y verduras frescas

bajas temperaturas, por lo que puede sobrevivir en las zonas de procesado/envasado de las industrias hortofrutícolas y contaminar productos congelados debido a condiciones inapropiadas de almacenaje.^[9]

Shigella

Se han descrito cuatro especies con más de 45 serogrupos basados en el antígeno O, siendo *Shigella sonnei* la responsable de la mayoría de infecciones en los países desarrollados. La enfermedad clínica que produce es la shigelosis, que cursa con espasmos abdominales, diarrea, fiebre y heces sanguinolentas y se necesitan solo de 100 a 200 bacterias para provocarla. Los brotes causados por este microorganismo suelen estar relacionados con la manipulación por parte de trabajadores infectados, aunque también se han descrito casos de lechugas contaminadas antes de la recolección.^[7,8]

Otros patógenos

Cabe nombrar también otros géneros y especies de bacterias como *Campylobacter*, *Clostridium*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholerae* y *Yersinia*, así como algunos virus, destacando norovirus o el virus de la Hepatitis A. También existe riesgo parasitario, asociado más comúnmente a *Cryptosporidium*, *Cyclospora*, *Giardia*, *Entamoeba*, y *Toxoplasma*. Además, las micotoxinas producidas por algunos hongos como metabolitos secundarios después de la fase exponencial de crecimiento son responsables de intoxicaciones alimentarias.^[2,10]

4. Fuentes de contaminación

Tabla 2. Principales fuentes de contaminación en pre y postcosecha.^[11]

| Etapas | Fuentes de contaminación |
|--------------------|---------------------------------|
| Precosecha | Suelo |
| | Abono |
| | Agua de riego |
| Postcosecha | Recolección |
| | Transporte |
| | Lavado |
| | Almacenamiento |
| | Manipulación en la preparación |

Infecciones alimentarias transmitidas por frutas y verduras frescas

Suelo: Es el hábitat natural de algunos patógenos como *L. monocytogenes* o *Clostridium*, pero en él también pueden persistir patógenos de origen fecal como las enterobacterias *E. coli*, *Salmonella* y *Shigella*. La supervivencia en el suelo depende de muchos factores, como la temperatura, la exposición a rayos UV, el manejo del abono (si se deja en la superficie o se incorpora al suelo), la estación, la localización o la lluvia.

Abono: Los agricultores han utilizado tradicionalmente los excrementos como abono, con frecuencia sin tratamiento (sobre todo en países con escaso o nulo control en esta materia), para cultivar alimentos. Esto favorece la diseminación de patógenos con su correspondiente repercusión internacional si se trata de productos agrícolas de exportación. Los organismos ligados a estas fuentes incluyen *Salmonella* y otras bacterias intestinales. Uno de los patógenos más peligrosos presentes en el estiércol animal es *E. coli* O157:H7.^[13,10]

El riesgo de que los patógenos sobrevivan en el estiércol durante periodos prolongados es menor en aquellos que tienen un alto contenido en fibra, pH elevado, alta carga microbiana y que, además, estén almacenados bajo unas determinadas condiciones como son, temperaturas elevadas, fluctuaciones de temperatura y aireación suficiente.^[13]

Agua de riego: En muchos países se reutiliza el agua depurada para riego, lo que puede suponer un riesgo si el tratamiento de depuración es deficiente. El agua de riego procedente de ríos, lagos o pantanos también puede estar contaminada por enteropatógenos que llegan desde materia fecal, suelo o el vertido de aguas residuales no tratadas a los cursos de agua de donde se extraerá el agua para el riego. Siendo el riego por aspersión el que presenta mayor riesgo ya que el agua llega directamente a la superficie de la planta/fruta.^[3]

Recolección y transporte: La cubierta externa (piel y corteza) que protege a frutas y verduras a menudo es deteriorada por microorganismos que poseen enzimas especializadas, especialmente cuando están magulladas por golpes recibidos durante la recolección o el transporte, lo que facilita la entrada de patógenos.^[12]

Lavado: El uso de agua contaminada para la limpieza de las frutas o verduras que van a ser consumidas lleva a la contaminación del producto. Además, algunos patógenos como *Salmonella* y *E. coli* pueden internalizarse en los tejidos vegetales, en cuyo caso el lavado con agua no los elimina.

Infecciones alimentarias transmitidas por frutas y verduras frescas

Almacenamiento: Si el diseño o la construcción de las instalaciones no es el adecuado, se puede producir la contaminación de los productos almacenados en las mismas. En el caso de la refrigeración, ésta no elimina la contaminación que se ha producido previamente pero sí retrasa el crecimiento microbiano. La temperatura es un factor crucial y por ello, debe mantenerse la cadena de frío a lo largo de toda la cadena de producción. No obstante, el agua de condensación y descongelación que se utiliza en algunos sistemas de frío de tipo evaporador (por ejemplo, cámaras frigoríficas) es una fuente potencial de contaminación microbiana.^[13,14]

Manipulación en la preparación: Es esencial tomar precauciones en el momento de su uso. Por ejemplo, evitar la contaminación de los alimentos por manos y utensilios que no están limpios (su desinfección reduce al mínimo la contaminación). Así mismo, la manipulación simultánea de alimentos contaminados y no-contaminados puede ser un riesgo.^[12]

5. Factores que influyen en la contaminación microbiana

En primer lugar, el contenido de humedad en productos frescos es alto, con una actividad de agua (aw) de 0.97-1.00, lo que favorece el crecimiento microbiano. Por ejemplo, el óptimo para *Salmonella*, *E. coli* enterohemorrágica y *Campylobacter* es 0.99; para *S. aureus* es 0.98 y el mínimo para *L. monocytogenes* es 0.92. El problema es que es difícil reducir el contenido hídrico a menos que se procese el producto.^[5,9]

En segundo lugar, el pH es importante porque cada tipo de microorganismo tiene un pH óptimo para su crecimiento. Mientras que un pH bajo, como el existente en las frutas, es una desventaja para el crecimiento de bacterias patógenas, no lo es para los hongos. Por el contrario, el pH más elevado que presentan las verduras las hace más susceptibles a la contaminación por bacterias. *E. coli* puede tolerar pH 5.0 y según la FDA (Food and Drug Administration, EEUU), 4.6 es el pH mínimo para la mayoría de los patógenos. Sin embargo, algunos como *C. botulinum* puede crecer a pH 4.2.^[5,9]

Otro factor es la presencia de diferentes tipos de nutrientes en frutas y verduras, como proteínas, grasas, minerales y vitaminas. La fuente de energía más común para los patógenos son los azúcares y proteínas pero algunos requieren nutrientes especiales,

Infecciones alimentarias transmitidas por frutas y verduras frescas

siendo éste el caso de *S. aureus* que necesita biotina o *Salmonella*, cuyo crecimiento se ve favorecido por la presencia de hierro.^[5]

El potencial de oxidación-reducción (o redox) también influye en el crecimiento del patógeno. Este parámetro varía entre distintos tipos de alimentos y tiene un efecto importante en el crecimiento de algunos microorganismos como *C. botulinum*. El potencial redox está controlado por varios factores como el pH, las condiciones de almacenaje o los componentes de un alimento; normalmente en los productos frescos suele ser bajo, lo que favorece el desarrollo de microorganismos aerobios.^[5]

6. Control

6.1. Medidas para prevenir la contaminación de frutas y verduras

En 1998, la FDA desarrolló una guía para minimizar los riesgos microbiológicos de frutas y verduras frescas basada en los siguientes principios:^[15]

Principio 1. Prevenir la contaminación de productos frescos por patógenos es mejor que tener que aplicar acciones correctivas a posteriori.

Principio 2. Para minimizar el riesgo microbiológico en productos frescos, cultivadores, empaquetadores y expedidores deben seguir unas buenas prácticas agrícolas y de gestión en aquellas áreas sobre las que se tiene control.

Principio 3. Los productos frescos se pueden contaminar en cualquier punto de la cadena, desde la granja a la mesa. La principal fuente de contaminación microbiana está asociada con las heces humanas o animales.

Principio 4. La contaminación potencial del agua usada en productos frescos debe ser minimizada.

Principio 5. Debe haber un manejo adecuado del abono animal cuando es usado como fertilizante.

Principio 6. La higiene del trabajador y las prácticas sanitarias juegan un papel crítico en la seguridad de los productos frescos.

Principio 7. Se deben seguir las correspondientes leyes y regulaciones locales, estatales o federales.

Principio 8. Es importante la responsabilidad en todos los niveles del medio agrícola para conseguir un programa de seguridad alimentaria con éxito. Debe existir personal

Infecciones alimentarias transmitidas por frutas y verduras frescas

cualificado y una monitorización efectiva para asegurar que todos los elementos del programa funcionan correctamente y para mantener la trazabilidad del producto.

En 2003, se publicó el Codex de prácticas higiénicas para frutas y verduras frescas, en el que se actualizan los puntos anteriores.^[16] Las personas encargadas del cultivo, la recolección y el envasado de estos productos deben poseer una serie de conocimientos, como son:

- La naturaleza de la fruta o verdura y, en particular, su capacidad para sustentar el crecimiento de microorganismos patógenos.
- Las técnicas agrícolas usadas en la producción primaria, incluyendo la probabilidad de contaminación microbiana, química o física.
- La tarea que ese trabajador va a realizar, así como los peligros y controles asociados a la misma.
- La forma en la que las frutas y verduras frescas son procesadas, incluyendo la probabilidad de contaminación o crecimiento microbiano.
- Las condiciones de almacenamiento de los productos hortofrutícolas.
- El alcance y la naturaleza del procesado y la posterior preparación por parte del consumidor.

Se incluye también:

Tabla 3. Otras medidas publicadas en 2003 en el Codex de prácticas higiénicas para frutas y verduras frescas.^[16]

| Otras medidas | Dirigidas a |
|--|--|
| Seguir buenas prácticas higiénico-sanitarias | Personal y seguridad de los alimentos. |
| Importancia y técnicas para el lavado de manos | Personal |
| Usar instalaciones sanitarias para reducir contaminación potencial | Área, productos, personal y suministros de agua. |
| Técnicas apropiadas para el manejo higiénico y el almacenaje | Transportistas, distribuidores, trabajadores de almacenes y consumidores |

6.2. Higienización de frutas y verduras

Con el aumento del número de casos de infecciones alimentarias, además de establecer medidas para prevenir la contaminación, también están en alza los estudios encaminados a desarrollar métodos para reducir y eliminar los patógenos humanos de las frutas y verduras comercializadas.^[5]

Cloro: Tradicionalmente se ha utilizado el lavado superficial con agua clorada, sin embargo, su eficacia es limitada, particularmente a pH alto o frente a microorganismos esporulados, y su uso puede resultar en la formación de productos dañinos para las personas y el medio ambiente como los trihalometanos y el ácido haloacético. Otro inconveniente es que puede ocultar algunos sabores y modificar el gusto de las frutas y verduras tratadas.^[17]

Ozono: Ha sido utilizado desde finales del siglo XIX para purificar el agua de bebida, y hoy en día se emplea en más de 30 tipos de industrias alimentarias por su alta capacidad oxidante y porque es efectivo frente a un espectro mayor de microorganismos que el cloro y otros desinfectantes. Una de sus ventajas es que no deja residuos químicos en los productos y su seguridad es mayor. Se aplica como tratamiento pre-almacenaje, durante el almacenamiento o durante el transporte. Puede ser utilizado en fase gaseosa o acuosa, de forma continua o intermitente. En fase acuosa, la actividad biocida depende de algunos factores como la calidad del agua o la temperatura, que hacen que su efecto varíe entre segundos y horas. Las reacciones del ozono con la materia orgánica del agua llevan a la formación de aldehídos, ácidos orgánicos y aldo- y cetoácidos, disminuyendo el poder desinfectante del ozono. Por esta razón, se considera que su efectividad está directamente relacionada con la concentración residual de ozono después de que la materia presente en el agua haya sido oxidada.^[18,19]

A mayor dosis de ozono, se suelen observar mayores reducciones en las poblaciones microbianas. Su actividad antimicrobiana depende de algunas variables como la temperatura, pH, humedad, compuestos que consumen ozono, carga microbiana y tipo de microorganismos o su localización en el producto fresco.^[20]

Radiación ultravioleta: También se emplea la luz ultravioleta, que está dividida en tres clases según la longitud de onda: UV-A (400-320 nm), UV-B (320-280 nm) y UV-C (< 280 nm, con el rango más efectivo de descontaminación entre 200 y 280 nm). Se ha establecido que las esporas bacterianas y las células en fase estacionaria son más

Infecciones alimentarias transmitidas por frutas y verduras frescas

resistentes al UV-C que las células vegetativas y en fase exponencial. Presenta una serie de ventajas como son: no deja residuos; no presenta restricciones legales; es fácil de usar; es letal para la mayoría de microorganismos y no requiere la instalación de un gran equipo de seguridad. La principal limitación es su escaso poder de penetración en los alimentos.^[1,21]

6.3. Tecnologías nuevas y emergentes

Tabla 4. Ejemplos de tecnologías nuevas y emergentes.^[5]

| |
|--|
| Espráis electrostáticos (Ácido málico y láctico) |
| Plata (Nitrato de plata) |
| Luz pulsada |
| Agua electrolizada |
| Control biológico: Bacteriocinas (bacterias ácido lácticas, LAB) y bacteriofagos |
| Aceites esenciales (Aceite de canela, mirto, orégano) |

Estas nuevas tecnologías todavía necesitan más estudios que demuestren que son seguras para el consumidor, eficaces para reducir la contaminación del producto (en comparación con otros métodos) y que, además, no afectan a su calidad o propiedades organolépticas.^[5,18]

Por ejemplo, en el caso de las bacteriocinas producidas por bacterias lácticas (utilizadas históricamente para preservar carne y otros productos), es necesario realizar estudios de seguridad de cada cepa LAB, ya que algunas se han relacionado con casos de sepsis, endocarditis y bacteriemia.^[18]

Los espráis electrostáticos presentan varias ventajas; los ácidos orgánicos son menos corrosivos, son fáciles de usar y más estables y, además, los consumidores tienen una percepción más positiva ya que son vistos como productos naturales.^[18]

Los aceites esenciales presentan un factor limitante, ya que afectan a las propiedades organolépticas de los alimentos debido a su intenso sabor.^[6]

Infecciones alimentarias transmitidas por frutas y verduras frescas

El agua electrolizada, usada en condiciones de pH neutro, se ha comprobado que reduce los niveles de algunos microorganismos como *E. coli*, *S. aureus*, o *L. monocytogenes*. Este método no tiene efectos secundarios y, por lo tanto, es una alternativa excelente para mejorar la seguridad alimentaria de productos frescos sin la necesidad de aplicar productos químicos o agentes antimicrobianos.^[18]

7. Conclusión

La resistencia y la adaptación de muchos de los patógenos nombrados en esta revisión hace que sea difícil su control, incluso con todos los avances realizados en productos y técnicas de desinfección. Por ello, se siguen necesitando nuevos estudios para mantener la seguridad de las frutas y verduras frescas a través de la cadena de producción y suministro, desde los cultivos y las materias que se usan -agua, suelo, fertilizantes- hasta el momento en el que entran en contacto con el consumidor.

Bibliografía

- [1] Olaimat A. N. and Holley R. A. (2012). Factors influencing the microbial safety of fresh produce: A review. *Food Microbiology*. 32; 1-19.
- [2] Callejón R. M., Rodríguez Naranjo M. I., Ubeda C., Hornedo-Ortega R., García-Parrilla M.C. and Troncoso A. M. (2015). Reported Foodborne Outbreaks Due to Fresh Produce in the United States and European Union: Trends and Causes. *Foodborne Pathogens and Disease*. 12; 32-38.
- [3] Rajwar A., Srivastava P. and Sahgal M. (2016). Microbiology of Fresh Produce: Route of Contamination, Detection Methods, and Remedy. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 56; 2383-2390.
- [4] WHO | Promoting fruit and vegetable consumption around the world [online]. Who. int. (2018). Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/en/> [Accessed 30 Jan. 2018].
- [5] Wadamori Y., Gooneratne R. and Hussain M. A. (2017). Outbreaks and factors influencing microbiological contamination of fresh produce. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 97; 1396–1403.
- [6] Qadri O. S., Yousuf B. and Srivastava A. K. (2015). Fresh-cut fruits and vegetables: Critical factors influencing microbiology and novel approaches to prevent microbial risks. A review. *Cogent Food & Agriculture*. 1; 1-11.
- [7] Murray P., Rosenthal K. y Pfaller M. A. (2006). *Microbiología médica*. Elsevier. 6ª edición; 303-311.
- [8] Warriner K., Huber A., Namvar A., Fan W. and Dunfield K. (2009). Recent advances in the microbial safety of fresh fruit and vegetables. *Advances in Food and Nutrition Research*. 57; 156-192.
- [9] Yeni F., Yavas S., Alpas H. and Soyer Y. (2016). Most Common Foodborne Pathogens and Mycotoxins on Fresh Produce: A Review of Recent Outbreaks. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 56; 1532-1544.
- [10] Mejorando la seguridad y calidad de frutas y hortalizas frescas: Manual de formación para instructores. University of Maryland, (2002). I-2-I-10.

Infecciones alimentarias transmitidas por frutas y verduras frescas

- [11] Berger C. N., Sodha S. V., Shaw R. K., Griffin P. M., Pink D., Hand P. and Frankel G. (2010). Fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens. *Environmental Microbiology*. 12; 2385–2397.
- [12] Prescott L. M., Harley J. P. y Klein D. A. (2005). Microbiología. *McGraw-Hill*. 5ª edición; 1000-1057.
- [13] Microbiological hazards in fresh leafy vegetables and herbs. Meeting Report. World Health Organization and Food And Agriculture Organization Of The United Nations (2008). 1-138.
- [14] Gil M. I., Selma M. V., Suslow T., Jacxsens L., Uyttendaele M. and Allende A.(2015). Pre- and Postharvest Preventive Measures and Intervention Strategies to Control Microbial Food Safety Hazards of Fresh Leafy Vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 55; 453-468.
- [15] Guide to Minimize Microbial Food Safety Hazards for Fresh Fruits and Vegetables (1998). U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration. Center for Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN). Disponible en: <https://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceRegulation/UCM169112.pdf>
- [16] Code of hygienic practice for fresh fruits and vegetables. fda.org CAC/RCP 53-2003. Disponible en: www.fao.org/input/download/standards/.../CXP_053e_2013.pdf. 8-9.
- [17] Oliveira M., Abadias M., Colás-Medà P., Usall J. and Viñas I. (2015). Biopreservative methods to control the growth of foodborne pathogens on fresh-cut lettuce. *International Journal of Food Microbiology*. 214; 4–11.
- [18] Goodburn C. and Waallace C. A. (2013). The microbiological efficacy of decontamination methodologies for fresh produce: A review. *Food control*. 32; 418-427.
- [19] Horvitz S. and Cantalejo M. J. (2014). Application of Ozone for the Postharvest Treatment of Fruits and Vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 54; 312-339.
- [20] Tzortzakis N. and Chrysargyris A. (2016). Postharvest ozone application for the preservation of fruits and vegetables, *Food Reviews International*. 1-15.
- [21] Fan X., Huang R. and Chen H. (2017). Application of ultraviolet C technology for surface decontamination of fresh produce, *Trends in Food Science & Technology*. 70; 9-19.