

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“PROGRAMA DE INOCUIDAD ALIMENTARIA
EN FRUTAS Y VERDURAS”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

ULISES KARL OSORIO DÍAZ

LIMA – PERÚ

2024

PROGRAMA DE INOCUIDAD ALIMENTARIA EN FRUTAS Y VERDURAS

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

docplayer.es

Internet Source

1%

2

repositorioinstitucional.buap.mx

Internet Source

1%

3

www.renida.net.ni

Internet Source

1%

4

Submitted to Universidad Nacional de Colombia

Student Paper

<1%

5

repositorio.lamolina.edu.pe

Internet Source

<1%

6

vdocumento.com

Internet Source

<1%

7

www.kerwa.ucr.ac.cr

Internet Source

<1%

8

www.researchgate.net

Internet Source

<1%

www.rlc.fao.org

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“PROGRAMA DE INOCUIDAD ALIMENTARIA EN FRUTAS
Y VERDURAS”**

ULISES KARL OSORIO DÍAZ

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

.....
Dr. Federico Dueñas Dávila
PRESIDENTE

.....
Ing. M. S. Andrés Casas Díaz
ASESOR

.....
Ph. D. Mirna Zuzunaga Bedón
MIEMBRO

.....
Ing. Mg. Sc. Sarita Moreno Llacza
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Suficiencia Profesional a mis padres, mis hermanos y a mi esposa, por el todo el cariño, afecto, dedicación y apoyo que siempre me han dado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Ing. Andrés Casas por el ejemplo de profesional que el representa y estoy eternamente agradecido por el soporte durante el desarrollo del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1. Inocuidad alimentaria y su importancia.	4
3.2. Definición de inocuidad.	5
3.3. Programa de inocuidad alimentaria.	5
3.4. Definición de desinfección.	6
3.5 Principales agentes de desinfección.	6
3.5.1 Cloro	6
3.5.2 Hipoclorito de calcio	7
3.5.3 Hipoclorito de sodio	7
3.5.4 Dióxido de cloro	7
3.5.5 Ozono	8
3.5.6 Ácido peracético.	9
3.5.7 Compuestos amónicos cuaternarios (Quats)	10
3.6 Factores que intervienen en la desinfección.	11
3.6.1 Fuente de agua	11
3.6.2 Concentración.	11
3.6.3 Materia Orgánica.	11
3.6.4 Tiempo.	12
3.6.5 pH.	12
3.6.6 Temperatura.	12
IV. DESARROLLO DEL TRABAJO	13
4.1 Experiencias en inocuidad en frutas y verduras.	13
4.1.1 Concentraciones del agente y efectividad.	14
4.1.2 Monitoreo constante del agente sanitizante.	16
4.1.3 Acciones correctivas.	16
4.2 Reglas en los sistemas de desinfección.	16
4.2.1 Los trabajadores deben ser protegidos contra la sobre exposición a los agentes desinfectantes.	16
4.2.2 Elección del agente de desinfección.	17

4.2.3	Tiempo de exposición del producto a la mezcla.....	17
4.2.4	Disposición del agua de residual.	17
4.2.5	Cambio constante de agua de lavado.....	17
4.3	Proceso de supervisión para asegurar la inocuidad.	17
4.4	Esquema de proceso de una instalación de manipulación de frutas y verduras...	18
V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	21
VI.	CONCLUSIONES.....	22
VII.	RECOMENDACIONES	23
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
ANEXOS	26

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Concentraciones de cloro generalmente usadas en distintos vegetales.....	14
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de proceso básico en una planta de empaque de frutas y verduras. 20

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Propiedades de bacterias patógenas frecuentemente transmitidas por alimentos.26

RESUMEN

La seguridad alimentaria es actualmente una de las principales prioridades del gobierno, distribuidores, cadenas de supermercados y consumidores en general. El gobierno ha fortalecido los mecanismos de supervisión de la inocuidad de los productos frescos y han aplicado sanciones más severas que pueden incluso derivar en multas y procesamientos, por ejemplo, los Estados Unidos de América (Lieberman, 2014). En los últimos 20 años se ha observado un aumento de las políticas de seguridad alimentaria en los distribuidores y minoristas de productos agrícolas. Los minoristas de productos agrícolas más relevantes han incluido requisitos obligatorios de certificación de terceros en estándares de seguridad alimentaria como GlobalG.A.P., PrimusGFS, SQF (Safety Quality Food), BRC (British Retail Council), entre otros. Este requisito se ha extendido a todos sus proveedores y distribuidores de frutas y hortalizas; Esto sin duda ha creado un mercado interesante para empresas dedicadas al campo de las certificaciones agrícolas y agrónomos que puedan dedicarse a verificar el cumplimiento de las reglas impuestas por gobiernos o entidades privadas. El principal objetivo de la seguridad alimentaria es garantizar un producto seguro para los consumidores. Existen varios patógenos que causan enfermedades dietéticas en los humanos; diversas enfermedades pueden provocar graves complicaciones de salud y reducir la esperanza de vida de las poblaciones. Este trabajo tiene como objetivo generar conciencia sobre la inocuidad de frutas y hortalizas entre productores, exportadores y empresas que manipulan frutas y hortalizas. Además, brindar soluciones para el uso de agentes sanitizantes que reducirán el riesgo de contaminación microbiana en frutas y verduras.

Palabras clave: Seguridad alimentaria, cloración, frutas y verduras.

ABSTRACT

Food safety is currently one of the top priorities of governments, distributors, supermarket chains and consumers in general. My governments have strengthened the mechanisms for supervising the safety of fresh products and have applied more severe sanctions that can even lead to fines and prosecutions, for instance, the United States of America (Lieberman, 2014). In the last 20 years, an increase in food safety policies has been observed in distributors and produce retailers. The most relevant produce retailers have included mandatory requirements for third-party certification in food safety standards such as GlobalG.A.P., PrimusGFS, SQF (Safety Quality Food), BRC (British Retail Council), among others. This requirement has been extended to all its fruit and vegetable suppliers and distributors; This has undoubtedly created an interesting market for companies dedicated to the field of agricultural certifications and agronomists who can dedicate themselves to verify compliance with the rules imposed by governments or private entities. The main objective of food safety is to ensure a safe product for consumers. There are various pathogens that causes dietary diseases in humans; various diseases can lead to serious health complications and reduce the life expectancy in the populations. This work aims to raise awareness about the safety of fruits and vegetables among producers, exporters and companies that handle fruits and vegetables. In addition, provide solutions for the use of sanitizing agents that will reduce the risk of microbial contamination in fruits and vegetables.

Key words: Food safety, chlorination, fruits and vegetables.

I. INTRODUCCIÓN

A los veintiocho días del mes de junio durante el 2008, El gobierno peruano promulgó un decreto supremo N° 1062, el cual ratifica un instrumento legislativo matriz de la inocuidad de los alimentos. Consecuentemente, a los veintiséis días del mes de abril durante el periodo 2011 a través de un decreto supremo con numeración 004-2011-AG, se aprobó un reglamento específico de Inocuidad Agroalimentaria. Estas medidas están dirigidas a proteger a los sectores vulnerables de la sociedad, con el objetivo de mejorar su accesibilidad y actividad de los procesos socioeconómicos fundamentales, particularmente en lo concerniente a la legislación sobre un óptimo nivel de salubridad en la alimentación, cuyo propósito principal de este reglamento es garantizar la ingesta segura de alimentos.

En el contexto del comercio internacional, las exportaciones agropecuarias de Perú hacia Estados Unidos experimentaron un notable incremento del 178% en la última década, pasando de 741 millones de dólares durante el 2008 hasta un monto equivalente a 2064 millones de dólares durante el 2018, principalmente impulsadas por la creciente demanda de frutas. En el año 2018, el valor de las exportaciones de frutas hacia EE. UU. alcanzó un límite superior de mil millones de dólares, consolidando a este país como el principal mercado para la fruta peruana, representando el 34% del total de las exportaciones. Perú se posiciona como el sexto proveedor de Estados Unidos en términos generales (siendo el segundo en mango y palta, y el tercero en arándano). Estos datos se derivan del Reporte Comercial Bilateral (RCB) Perú-Estados Unidos correspondiente al año 2018. Esto implica que los productos agropecuarios exportados a nuestro principal socio comercial de productos agrícolas deben cumplir con los lineamientos de inocuidad alimentaria de los Estados Unidos de América.

En los tratamientos poscosecha de un gran número de frutas y verduras se emplean grandes volúmenes de agua. El profesor Trevor Suslow de la Universidad de California, Davis demostró que el proceso de lavado puede minimizar significativamente la cantidad de microbios asociados a plantas, sin embargo, no se eliminan por completo (Suslow, 1998).

La inocuidad previa a la cosecha y buenas prácticas agrícolas previas a la cosecha van a tener un papel primordial en el aseguramiento de la inocuidad de las frutas y verduras.

La desinfección poscosecha es un punto crítico y una importante herramienta en el mantenimiento de la inocuidad de las frutas y verduras.

II. OBJETIVOS

Compartir la experiencia adquirida a través de los años en los procesos de inocuidad alimentaria en el área de frutas y verduras.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Inocuidad alimentaria y su importancia.

La inocuidad alimentaria es actualmente un elemento de preocupación trascendental para los estados del mundo, distribuidores, cadenas de supermercados y consumidores en general. Para ello los gobiernos han fortalecido los mecanismos de revisión de inocuidad de insumos con altos índices de mantenimiento y han aplicado sanciones más severas que incluso pueden llevar a penas privativas de la autonomía humana en los EE. UU. de América (Lieberman, 2014).

En las últimas dos décadas, se ha identificado un crecimiento en las políticas de inocuidad alimentaria por parte de distribuidores y cadenas de supermercados. Importantes cadenas de supermercados han incluido el requisito de certificación por tercera en estándares de inocuidad de alimentos como GlobalG.A.P., PrimusGFS, SQF (Safety Quality Food), BRC (British Retail Council), entre otros. Este requisito se ha hecho extensivo a todos sus proveedores de frutas y verduras; esto, sin duda ha creado un mercado interesante para empresas dedicadas al rubro de certificaciones agrícolas e ingenieros agrónomos que puedan dedicarse a la verificación de la conformidad de las reglas impuestas por gobiernos o entidades privadas.

El principal objetivo de la inocuidad alimentaria es asegurar un producto seguro en términos microbianos a los consumidores. Existen diversos microbios causantes de enfermedades alimenticias en los seres humanos (ver Tabla 2 en anexos) en estas enfermedades pueden llevar a serias complicaciones de salud y reducir los niveles de satisfacción integral de los ciudadanos.

De esta manera, EE. UU. se ha posicionado como un primordial socio comercial en la transacción de frutas y verduras en el territorio peruano. Por lo tanto, aproximadamente 48 millones de individuos tienen problemas digestivos, 128 mil personas son hospitalizadas y 3 mil fallecen por enfermedades virales teniendo como ente transmisor a los alimentos, estos datos reportes provistos acorde al Centro para el Control y Prevención de Enfermedades.

Estos reportes representan una carga significativa en la salud pública dado que puede ser prevenido mediante la minimización del riesgo en toda la cadena de suministro (Federal Register, 2011).

3.2. Definición de inocuidad.

La palabra inocuo tiene como origen etimológico el idioma latín haciendo referencia a la palabra “*innocuus*” la cual procede de *nocere*, *noceo*, *nocitum* y *nocui*, palabras que significarían nocivo o perjudicial; además del prefijo “in” que se emplea como negación.

Inocuidad hace referencia a alimentos que no harán daño a las poblaciones humanas y que serán seguros para para la alimentación.

Inocuidad alimentaria es la utilización de recursos y estrategias para asegurar que los alimentos sean adecuadamente producidos, procesados y distribuidos; en consecuencia, son sanos para el consumo. (Salemat & Iqbal, 2016)

3.3. Programa de inocuidad alimentaria.

Toda la cadena alimentaria es susceptible a la introducción de peligros y es por ellos que los sistemas de inocuidad tienen como principal objetivo la reducción de la probabilidad de que los peligros ingresen o se reproduzcan en los alimentos. Los programas prerrequisito se refieren a la secuencia de acciones delimitadas en protocolos de prácticas eficientes de manufacturación que, proporcionan un escenario de descontaminación ambiental y plataformas operativas para realizar operaciones dirigidos a la inocuidad de los insumos alimentarios.

Los programas prerrequisito empleados en instalaciones de proceso de alimentos son: niveles de salud integral de los operarios, entrenamiento de los trabajadores, diseño de instalación y mantenimiento de equipos, sanitización, uso de químicos y seguridad, control de plagas, recepción, almacenamiento y transporte, calibración de equipos y medición, control de proveedores y trazabilidad de producto y recuperación. (NSF, 2011)

Estos programas prerrequisito pueden variar de acuerdo con las condiciones de las plantas de manipulación de alimentos y a regulaciones locales. Es por ello que es importante conocer las condiciones en las que se encuentra la instalación mediante la ejecución de un análisis de riesgos.

3.4. Definición de desinfección.

La desinfección implica la eliminación de microorganismos patógenos utilizando sustancias químicas o métodos físicos.

El objetivo del tratamiento del agua es asegurar que la contaminación microbiana (descomposición, deterioro o potenciales patógenos transmitidos por los alimentos) desde el agua hasta producto y producto a producto se reduce al mínimo en los sistemas de agua (Suslow, 1998).

El agua limpia y desinfectada es necesaria para minimizar la potencial transmisión de patógenos del agua a frutas y verduras, de productos sanos a infectados dentro de un lote, y de un lote a otro a lo largo del tiempo. Los microorganismos encontrados en agua, incluidos los patógenos poscosecha y agentes de enfermedades humanas, pueden ser rápidamente adquiridos y adaptarse a la superficie de las plantas. Los contornos naturales en la superficie de las plantas, aberturas naturales, cosecha y recorte heridas y raspaduras pueden ser puntos de entrada así como lugar seguro para microbios. En estos sitios protegidos, los microbios no se ven afectados en gran medida por dosis permitidas de tratamientos de agua poscosecha, tales como cloro, dióxido de cloro, ozono, peróxido y ácido peracético. Por tanto, es fundamental que el desinfectante se mantenga en el agua para matar los microbios antes se adhieran o se internalicen en los productos. Esto es importante en el uso de agua precosecha y en procedimientos de poscosecha que involucran agua, incluyendo lavado, enfriamiento, transporte mediado por agua (canales), y empapado poscosecha. (Suslow, 2001).

3.5 Principales agentes de desinfección.

3.5.1 Cloro

Durante casi un siglo, la cloración ha sido fundamental para proteger los suministros de agua consumible frente a patologías clínicas transmisibles por el agua. Se reconoce extendidamente que los procesos de cloración de agua para consumo humano representan un impacto científico significativo en el aseguramiento de las políticas de salud gubernamentales. La combinación entre los procesos de cloración, acompañadas de filtración ha contribuido en gran medida a la erradicación de patologías clínicas transmisibles por el agua, tales como la fiebre tifoidea, el cólera y la hepatitis A; especialmente en países del primer mundo. Como en EE. UU., por encima del 95% de la

configuración de suministro de agua que tienen como función la descontaminación de agua emplean el compuesto químico del cloro ya que tiene una eficacia germicida comprobada. Por otro lado, los compuestos de desinfección que presentan como base química al cloro son los pocos que ofrecen residuos con alto nivel de durabilidad, lo que evita la evolución microbiana y proporciona una seguridad sostenida desde la planta de tratamiento hasta el hogar durante la distribución del agua. (<https://chlorine.americanchemistry.com/Calidad-Del-Agua-Desinfeccion-Effectiva/>, 2021)

3.5.2 Hipoclorito de calcio

Es la variante del cloro que se emplea mayoritariamente debido a su conveniencia, costo y estabilidad durante el almacenamiento. Está disponible en formas sólidas con concentraciones del 65% y 68%. Se recomienda disolverlo previamente en un volumen reducido de agua antes de agregarlo al tanque o al hidrogenfriador. Su inclusión eleva el pH del agua por encima de 7.5.

3.5.3 Hipoclorito de sodio

Este compuesto químico posee una composición de cloro cuando entra en un estado de oxidación, posee un notable poder oxidante y se presenta como un líquido de color amarillo-verdoso. Suele comercializarse en concentraciones del 5.25% y 12.75%. Este compuesto se produce mediante un proceso de asimilación de cloro en estado gaseoso integrado en un estado químico de soda cáustica. Se emplea principalmente en la ejecución de actividades químicas en una escala diminuta y configuraciones automatizadas de cloración del agua.

El hipoclorito de sodio es propenso a la inestabilidad, evaporándose a una velocidad de aproximadamente 0.75 gramos del compuesto cloro en un periodo de 24 horas desde la concepción del compuesto. Esta inestabilidad, se manifiesta a raíz del hipoclorito de sodio entra en contacto con ácidos, luz solar, metales específicos, pesticidas y gases con alto poder de corrosión, incluido el cloro gasificado. Al añadirlo al agua, se produce un aumento en el pH por encima de 7.5.

3.5.4 Dióxido de cloro

La efectividad del dióxido de cloro se encuentra con menor influencia del pH y compuesto por materia orgánica en comparación con el compuesto químico cloro. De esta manera, posee un alto potencial de oxidación. No obstante, se encuentra potencialmente inestable y se desintegra en parámetros de grados por encima de 30 en la exposición a luz. Asimismo,

resulta importante tener en consideración que concentraciones de dióxido de cloro del 10% se componen por explosivas, impidiendo su transporte en forma concentrada debido a su alta reactividad.

Los productos directrices de la reacción de la materia orgánica se sitúan en la interacción de cloritos y cloratos, los cuales, a diferencia del ácido hipocloroso, donde se forman trihalometanos (Dychdala, 1991). Por lo tanto, los parámetros de concentración eficiente de dióxido de cloro suelen ser considerablemente reducidas en contraste con las requeridas para el hipoclorito. En estudios realizados por Rodgers y colaboradores (2004), se determinó que el dióxido de cloro redujo significativamente la concentración del causante del cólera y el agente patógeno denominado *Listeria monocytogenes* in vitro, reduciendo su carga patógena en cinco órdenes para un periodo entre 19 y 21 segundos.

En cuanto a su aplicación en frutas y verduras, Zhang y Faber (1996) demostraron que la inmersión de hojas de la planta de lechuga inoculadas con *Listeria monocytogenes* en una composición de dióxido de cloro al 5ppm en un periodo de 600 segundos resultó en una atenuación de carga microbiana aproximadamente 1 orden superior a la posicionada con tratamientos acuíferos. (Zhang y Faber, 1996). Por otro lado, Singh et al. (2002) identificaron una reducción considerable de, aproximadamente, una orden y media para el agente patógeno causante del cólera en las hojas de la planta de lechuga luego de los 600 segundos de sumergimiento en una composición química de dióxido de cloro al 10 ppm, en comparación con una reducción de 1 orden al tratar las muestras con agua

3.5.5 Ozono

Es un gas en una temperatura promedio, exhibe una notable capacidad de oxidación, superando en este aspecto al hipoclorito y al dióxido de cloro. Su solubilidad en agua es limitada, alcanzando concentraciones de hasta 10µg/ml. No obstante, en soluciones que exceden los 1µg/ml, se desencadena el compuesto químico de ozono en el entorno aéreo, superando los niveles requeridos y establecidos por OSHA (ppm = 0.1). Después de la reacción, se desintegra el oxígeno con nulos residuos adicionales (Smilanick et al., 1999).

Se ha comprobado que el ozono posee actividad contra bacterias, virus, hongos y protozoos en agua, fundamentada en su propiedad de oxidación. No obstante, Sarig et al. (1992) evidenciaron que el compuesto denominado ozono no solo controlaba la evolución de *Rhizopus stolonifer* en uvas, y repercute la evolución de fitolexinas en frutos químicamente alterados. Por otra parte, en un estudio realizado por Rodgers et al. (2004), se determinó la

eficiencia del ozono a 3ppm contra el agente patógeno causante del cólera y la *Listeria monocytogenes*. En un entorno experimental, la profundidad de contenido de ambos agentes patógenos se redujo en aproximadamente cinco órdenes en un lapso de 15 segundos.

Una de las principales ventajas de ozono es la capacidad para ser monitoreado por los operadores en los sistemas de lavado poscosecha. Se ha demostrado que valores entre 650 y 700 mV. Han eliminado las bacterias responsables del deterioro, pudrición y bacterias patógenas como *E. Coli* y *Salmonella*. (Trevor V. Suslow, 2004).

3.5.6 Ácido peracético.

El ácido peracético es reconocido por su alta capacidad oxidante. En el mercado, se encuentra disponible bajo la rótula de mezcla que incluye tres componentes principales. Los productos concernientes a la reacción química con materia de carácter orgánico incluyen el ácido acético en conjunto con el oxígeno, estos no fueron categorizados como tóxicos. La efectividad del ácido peracético se encuentra en función del pH, teniendo mayor actividad en rangos de pH más bajos. No obstante, su actividad desarrolla en un amplio rango de pH, aunque disminuye significativamente en parámetros superiores de pH a 9. De esta manera, su actividad contra microbianos se basa en sus propiedades oxidantes, la cual se dirige hacia los grupos químicos basados en sulfhidrilo, ocasionando la pérdida de funcionalidad de estas macromoléculas y eventualmente provocando la ruptura celular debido a la disfunción de la membrana citoplasmática. (Trevor Suslow, 1997).

En un estudio realizado por Rodgers et al. (2004), se determinó la eficiencia in vitro del ácido peracético a una concentración de 80ppm sobre *Escherichia coli* O157:H7 y *Listeria monocytogenes*. En un entorno experimental, los dos agentes patógenos disminuyeron aproximadamente en cinco órdenes de un intervalo de aproximadamente 73 segundos. El uso del ácido peracético como elemento desinfectante de insumos alimenticios ha sido ampliamente documentado en varios estudios. A modo de ilustración, el equipo de Wright determinó que la carga viral de las bacterias en manzanas inoculadas con agentes patógenos se reducía en dos órdenes mientras era tratado con ácido peracético en un parámetro de 80 ppm. Además, los hallazgos de Winniczuk (1994), señalaron que la microflora externa de los frutos de naranjo se redujo en un 85% posterior a su cepillado con agua y sumergidas en un periodo de quince segundos en ácido peracético a 200 ppm, en comparación con decremento del 60% mientras se realizaba el baño con una solución de agua.

3.5.7 Compuestos amónicos cuaternarios (Quats)

Los compuestos amonocuaternarios son antimicrobianos catiónicos de cadenas laterales alquílicas de longitud media a larga. Generalmente se cree que el mecanismo inhibitor de las células bacterianas se debe a la inserción de cadenas hidrófobas en la bicapa lipídica de la membrana celular, lo que produce problemas de regulación osmótica y fuga de contenidos celulares. (Rebecca Bland, 2002).

Los surfactantes catiónicos son empleados para desinfectar de equipos, paredes, piso y áreas de contacto directo con producto. Sin embargo, en alimentos concretos, su uso no se encuentra aprobado por la FDA con la excepción de si es un producto que ha sido desinfectado previamente a su consumo (FDA, 2001).

Estos surfactantes ofrecen algunos rasgos oportunos en contraste con otros compuestos de desinfección dado que no se encuentran en estado de corrosión y mantienen su estabilidad inclusive a condiciones críticas de temperatura. A pesar de ello, su margen de actividad contra microbianos resultó inferior a los desinfectados que han sido clorados, siendo altamente eficientes en comparación a levaduras, hongos y bacterias como *Listeria monocytogenes*, a pesar que su actividad es menor pronunciada como coliformes o *Salmonella*. No obstante, es importante tener en cuenta que la eficacia antimicrobiana puede variar dependiendo de la categoría de amonio cuaternario (Marriott, 1999).

El mecanismo de acción contra microbianos implica la inmersión de los compuestos en la superficie microbiana seguida de su difuminación en el interior de una célula, conexión hacia la membrana citoplasmática y desconexión mediante el proceso de liberación de compuestos citoplasmáticos (Merianos, 1991). Gracias a su acción surfactante, estos compuestos poseen una buena capacidad de penetración y se encargan de formar películas antimicrobianas en el entorno superficial del producto. Además, no se descomponen en presencia de microorganismos, diseminando residuos en el compuesto tratado (Parish et al., 2003). Este tipo de productos son estables ante presencia de materia orgánica en el agua y su rango óptimo de actividad antimicrobiana se sitúa entre un índice pH 6 y 10, además no son compatibles con detergentes aniónicos.

Aunque hay poca información disponible sobre su uso como desinfectantes para frutas y verduras, según estudios realizados por Winniczuk (1994). La microflora presente en frutos de naranjos se atenuó en un aproximado de 95% al ser tratadas con una composición de

amonios cuaternarios al 200ppm en un periodo de 15 segundos, en comparación con una disminución del 60% obtenida mediante el sumergimiento en agua.

3.6 Factores que intervienen en la desinfección.

3.6.1 Fuente de agua

El agua potable debería ser la principal fuente para todos los tratamientos postcosecha como lavado, selección y enfriamiento. El agua contaminada puede transmitir enfermedades que pueden llevar al deterioro de las frutas y verduras o causar enfermedades a los seres humanos. El agua tomada directamente de los ríos, estanques no debería ser empleada directamente es tratamientos poscosecha. (Suslow, 1997). La mejor práctica es usar siempre agua potabilizada para los tratamientos poscosecha de frutas y verduras.

3.6.2 Concentración.

Es el principal factor de atención durante la desinfección, las concentraciones de agente de desinfección varían de acuerdo con el tipo de agente y la fruta u hortaliza. Es recomendable seguir las recomendaciones del fabricante del agente de desinfección y trabajos de investigación previos.

A su vez, la concentración de agente puede variar de acuerdo con el tiempo. Por ejemplo, en los sistemas de agua recirculada, a medida que se van agregando frutas o verduras a la solución agua+ agente sanitizante, el agente sanitizante va perdiendo concentración y estos sistemas requieren un monitoreo constante del agente.

3.6.3 Materia Orgánica.

A medida que se va agregando frutas o verduras a la solución recirculante de agua más agente de desinfección, esta mezcla aumenta la turbidez y la cantidad de materia orgánica. Este tipo de situaciones dificultan el accionar del agente de desinfección.

3.6.4 Tiempo.

El tiempo durante el cual el producto está expuesto al desinfectante determinará la capacidad de eliminación de microorganismos concatenados a una superficie. De esta manera, cuanto más prolongado sea este tiempo, mayor será la eficacia de la eliminación. Sin embargo, resulta trascendental considerar que una amplia exposición a desinfectantes químicos puede provocar daños en la mayoría de los vegetales. Además, se debe considerar que a medida que aumenta el contenido del desinfectante, la carga temporal de exposición debe reducirse constantemente ya que se asegura no causar daño al producto. En general, dichos tiempos de exposición son determinados en la industria mediante pruebas que buscan lograr una desinfección efectiva, equilibrando los parámetros de concentración de un producto desinfectando a razón del tiempo de exposición y calidad del producto.

3.6.5 pH.

Es crucial monitorear constantemente este parámetro cuando se utilizan desinfectantes que son sensibles a los índices de pH en un entorno acuífero y, en menor razón, el dióxido de cloro. Por consiguiente, el intervalo de los pH recomendados cuando se emplean hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio oscilan entre 6 y 8. Un pH inferior a 6 puede hacer que el desinfectante sea menos estable en el entorno de agua y se libere al ambiente, ocasionando toxicidad. Por otro lado, un pH superior a 8 transforma el desinfectante principalmente en ion hipoclorito que, es menos activo, lo que requeriría aumentar significativamente el tiempo de exposición, al menos 100 veces más.

3.6.6 Temperatura.

Principalmente, la temperatura impacta la solubilidad de ciertos productos de desinfección en un entorno acuífero. De esta manera, una temperatura más alta reduce su solubilidad en el la mezcla de agua más agente sanitizante y presenta una tendencia a la dispersión en el aire. Por el contrario, a temperaturas más bajas, su estabilidad en el agua aumenta. Se considera que una temperatura adecuada oscila entre los 4 y los 10 °C.

IV. DESARROLLO DEL TRABAJO

4.1 Experiencias en inocuidad en frutas y verduras.

En la evaluación de sistemas inocuidad alimentaria en instalaciones de empaques de frutas y verduras, plantas de procesamiento de jugos, plantas de procesamiento de ensaladas y lavado poscosecha en campo; la desinfección tiene un papel sumamente importante en la inocuidad de las frutas y verduras, garantizando que los consumidores puedan acceder a productos seguros y de alta calidad.

Es importante mencionar que la desinfección de frutas y verduras es complementaria a un conjunto mayor de actividades denominadas buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura. Como bien mencionaba el profesor Trevor Suslow de la Universidad de Davis California, la desinfección tiene como objetivo minimizar el riesgo de contaminación por patógenos (Suslow, 1998). Esto quiere decir que, aunque la instalación tenga los mejores procesos de desinfección, si el producto llega con un nivel de contaminación de patógenos muy elevado es probable que la desinfección no sea suficiente para obtener una fruta u hortaliza inocua. Es por ello por lo que se debe mantener una cultura de inocuidad de los alimentos en toda la cadena productiva.

Existen diversos agentes de desinfección de frutas y verduras, entre los más usados se encuentra el hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio, ORP (potencial de óxido reducción) y ácido peracético. El más común en los procesos poscosecha de frutas y verduras es el hipoclorito de calcio en la presentación granular, siendo empleado en plantas de procesamiento de pequeño y mediano tamaño por la facilidad de manipulación, monitoreo y costo que tiene el producto.

Las plantas de procesamiento que requieren grandes volúmenes de agua generalmente usan sistemas de ORP (potencial óxido reducción) estos sistemas de desinfección de agua requieren una mayor inversión por parte de las empresas y conocimiento especializado de los operadores debido al monitoreo de los niveles usando kits de titulación.

La mezcla del agente sanitizante con el agua es una etapa sumamente importante en el proceso de desinfección de frutas y verduras, los operadores deben tener pleno conocimiento de los procedimientos operaciones de mezcla y llevar el equipo de protección recomendado por el fabricante del producto al momento de la manipulación del agente sanitizante. Se recomienda revisar la hoja de seguridad del agente sanitizante y revisar el equipo de protección necesario para la manipulación del producto.

4.1.1 Concentraciones del agente y efectividad.

De acuerdo con las referencias bibliográficas presentadas en esta monografía, existen diversos tipos agentes de desinfección los cuales pueden ser empleados de en base a la disponibilidad en la zona, precio, conveniencia entre otros factores.

Diversos estudios han determinado la concentración de agente sanitizante adecuada para la desinfección de frutas y verduras (Tabla 1).

Tabla 1:. Concentraciones de cloro generalmente usadas en distintos vegetales.

Producto	Tipo de tratamiento	Cloro disponible (ppm)
Alcachofa	Aspersión Continua	100-150
Espárrago	Aspersión Continua	100-150
	hydrocooler	125-150
Pimiento Campana	Aspersión Continua	100-200
	tanque de carga	300-400
Brócoli	Aspersión Continua	100-150
Col de Bruselas	Aspersión Continua	100-150
Col Repollo	Aspersión Continua	100-150
Zanahoria	Aspersión Continua	100-150
	caudal con corriente de agua	150-200
Coliflor	Aspersión Continua	100-150
Apio	Aspersión Continua	100
	hydrocooler	100-150
Maíz	Aspersión Continua	75-100

Continuación...

Producto	Tipo de tratamiento	Cloro disponible (ppm)
Pepino	Aspersión Continua	100-150
Continuación...		
Ajo pelado	Aspersión Continua	75-150
Verduras de Hojas	Aspersión Continua	100-150
Lechuga de seda	Aspersión Continua	100-150
Lechuga iceberg	Aspersión Continua, Hydrovac cooler	100-150
Lechuga romana	Aspersión Continua	100-150
Melón	Aspersión Continua, tanque de carga	100-150
Hongos	Aspersión Continua	100-150
Cebollas	Aspersión Continua	100-150
Arvejas	Aspersión Continua	50-100
Ajíes	Aspersión Continua	300-400
Papas, roja, marrón	Caudal con corriente de agua	200-300
	Tanque de carga	30-100
	Aspersión Continua,	100-200
Papa blanca	Tanque de carga (para blanqueo)	500-600
Calabaza	Aspersión Continua	100-200
Rábanos	Aspersión Continua	100-150
	Tanque de carga	25-50
Espinaca	Aspersión Continua	75-150
Camote	Aspersión Continua, tanque de carga prelavado	100-150
Calabaza (todos tipos)	Aspersión Continua	75-100
Tomate	Aspersión Continua	200-350
	Caudal con corriente de agua	200-350
Nabo	Aspersión Continua	100-200
Ñame	Aspersión Continua	100-200

FUENTE: Trevor V. Suslow, (1997) *Postharvest Chlorination: Basic Properties and Key Points for Effective Disinfection.*

Acido peracético: La FDA (2001) aprueba su uso para la desinfección directa de frutas y verduras. La concentración recomendada es de 40-80 ppm. (Robert Hadad, 2018)

4.1.2 Monitoreo constante del agente sanitizante.

Para asegurar que el agente sanitizante se encuentra en la concentración adecuada se debería realizar el monitoreo constante. Para el monitoreo de hipoclorito de calcio se pueden emplear tiras reactivas, kits de color, o sensores electrónicos. La frecuencia optima de monitoreo la debe determinar la operación basada en su propia experiencia. (Suslow, 1997). En las operaciones que emplean hipoclorito de calcio o sodio, el rango de frecuencia de monitoreo más empleada en la industria de productos frescos es de 30 minutos a 2 horas.

Los sistemas más complejos como el ORP (potencial óxido reducción) cuentan con sistemas electrónicos de monitoreo constante del nivel de ozono. Es recomendable seguir las indicaciones del fabricante del equipo ORP y seguir las recomendaciones de calibración del equipo.

4.1.3 Acciones correctivas.

En el supuesto que la concentración de agente de desinfección baje a niveles fuera de parámetros de desinfección, la operación debería poner en marcha acciones para corregir el nivel de agente de desinfección, esto usualmente lleva a un cálculo matemático de cantidades para aumentar la concentración de agente en un volumen de agua x. es recomendable que se mantenga registro de las acciones correctivas realizadas.

4.2 Reglas en los sistemas de desinfección.

4.2.1 Los trabajadores deben ser protegidos contra la sobre exposición a los agentes desinfectantes.

Se debe verificar los valores máximos de exposición aceptados por las agencias gubernamentales. Se debe tener a la mano la hoja de seguridad del agente sanitizante y el botiquín de primeros auxilios en caso de una situación de emergencia. Proveer a los trabajadores con el equipo de protección necesario para la manipulación de agentes desinfectantes. El equipo de desinfección para manipulación de ácidos debería tener: Guantes, mandil, gafas protectoras, mascarilla con filtros para gases y botas. Se debe seguir las instrucciones indicadas en las hojas de seguridad.

4.2.2 Elección del agente de desinfección.

Algunos agentes de desinfección pueden reducir la calidad del producto. Por ejemplo, los pimientos no son afectados en concentraciones de 250ppm de hipoclorito de calcio, sin embargo, las zanahorias podrías perder intensidad de color a esa misma concentración de hipoclorito de calcio.

4.2.3 Tiempo de exposición del producto a la mezcla.

Es importante seguir las recomendaciones del fabricante del desinfectante.

De 3 a 5 minutos para concentraciones de 50 a 75 ppm de hipoclorito de calcio a un pH de 6.5 es adecuado para controlar la mayoría de patógenos (Suslow, 1997).

4.2.4 Disposición del agua de residual.

Se recomienda seguir las guías gubernamentales de disposición de aguas residuales en el país, algunos agentes como los hipocloritos pueden ser perjudiciales para el medio ambiente.

4.2.5 Cambio constante de agua de lavado.

En procesos de agua recirculada, cada vez que se agregan frutas y verduras a desinfección, va aumentando la cantidad de materia orgánica al agua de lavado disminuyendo significativamente el poder de desinfección.

4.3 Proceso de supervisión para asegurar la inocuidad.

Existen distintos mecanismos de supervisión de los procesos de inocuidad alimentaria, entre ellos tenemos las agencias gubernamentales de supervisión como el SENASA y el FDA de los Estados Unidos de América. Estas agencias son las responsables de supervisar y normar la inocuidad de los alimentos en los distintos países en los cuales se manipulan productos agrícolas y de supervisar los productos agrícolas que ingresan a los países dentro de su ámbito de acción.

La supervisión de las agencias reguladores puede inclusive llegar a inspeccionar instalaciones de manipulación de alimentos fuera del país su propio país; por ejemplo, el FDA requiere que todas las plantas de proceso de alimento que exportan a los Estados Unidos de América estén registradas, en caso de no tener un número de registro el cargamento no será entregada al importador, distribuidos o consignatario (FDA, 2018). Esto

incluye a las plantas de empaque de Frutas y verduras, las cuales pueden recibir visitas de supervisión por parte de la agencia regulatoria de los Estados Unidos de América.

En referencia a la autoridad sanitaria peruana, de acuerdo con el capítulo cinco del Decreto supremo Número 004-2011-AG el SENASA está facultado para supervisar las instalaciones y las administraciones de las instalaciones deben permitir el acceso las áreas. De esta manera la agencia de gobierno puede realizar la supervisión de plantas de manipulación de alimentos cuando la agencia lo considere conveniente.

Otra instancia de supervisión de la inocuidad de los alimentos en plantas de manipulación de frutas y verduras son las auditorías de tercera parte, las auditorias de tercera parte son realizadas por organismos de certificación autorizados para determinar la conformidad con las normas privadas de inocuidad de los alimentos. De acuerdo a lo observado durante el desempeño profesional, las normas más empleadas en el Perú son GlobalG.A.P., PrimusGFS, SQF (Safety Quality Food) y BRC (British Retail Council). Al momento en que una instalación de manipulación de frutas y verduras firma un acuerdo de servicio de certificación de inocuidad de los alimentos, la instalación está sujeta a auditorias anunciadas y no anunciadas. Las auditorías determinarán si las instalaciones cumplen o no con los requisitos de las distintas normas y si cumplen con los criterios mínimos se les otorgará un certificado de conformidad con la norma auditada.

En muchos casos, la certificación de las instalaciones es un requisito del comprador de las frutas y verduras, requisito que pueden determinar la decisión de continuar con la relación de negocios entre vendedor de frutas y verduras con el comprador.

4.4 Esquema de proceso de una instalación de manipulación de frutas y verduras.

De acuerdo a la experiencia profesional, la figura 1 muestra el esquema más común en las instalaciones de manipulación de frutas y verduras. La recepción de productos frescos es el proceso en el que se pueden detectar imperfecciones de calidad o de inocuidad de alimentos que sean visiblemente observables como la suciedad y heces de animales. El almacenamiento a una temperatura adecuada retrasará la senescencia de las frutas y vegetales alargando la vida de anaquel. El hidro-enfriado es común en la manipulación de espárragos y se emplea para bajar la temperatura al producto antes del corte y selección del producto. La selección se realiza de forma mecanizada o manual y la limpieza de las líneas

es una actividad importante del proceso debido a que es un prerrequisito del sistema HACCP. El lavado es considerado un punto crítico del proceso debido a que el agua puede contener patógenos y el agente sanitizante reduce el riesgo de proliferación de patógenos. El empaque que tiene contacto directo con las frutas y vegetales debería ser de grado alimenticio para reducir el riesgo de contaminación de patógenos.

El almacenamiento de las frutas y vegetales debe ser a temperatura que disminuya la senescencia a natural de las frutas y vegetales. El embarque de frutas y vegetales suele realizarse en transportes que cuentan con cámaras refrigeradas y son exclusivos para el transporte de frutas y vegetales; esto para reducir el riesgo de contaminación cruzada.

Recepción de materia prima	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual de materia prima.
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener temperaturas adecuadas de almacenamiento de acuerdo al tipo de fruta y vegetal.
Hidro-enfriado	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo la temperatura del agua aproximadamente 1°C a 4°C, Monitoreo de la concentración de agente sanitizante en agua. • Este paso es considerado un punto crítico de control debido a que el agua puede transportar patógenos.
Selección	<ul style="list-style-type: none"> • Pre-inspección de líneas de selección, limpieza diaria de línea de selección.
Lavado	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de la concentración de agente sanitizante en agua. • Este paso es considerado un punto crítico de control debido a que el agua puede transportar patógenos
Empaque	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de material de empaque inocuo. En caso haber detector de metales, monitorear frecuentemente el funcionamiento del equipo.
Almacenamiento producto terminado	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener temperaturas adecuadas de almacenamiento de acuerdo al tipo de fruta y vegetal. Sobre todo en frutas y vegetales listos para comer.
Embarque / Distribución	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección de las condiciones de limpieza del transporte, no emplear transporte que haya sido empleado para trasladar carne u otros productos que puedan ser fuentes de contaminación. • Monitoreo de temperatura.

Figura 1. Esquema de proceso básico en una planta de empaque de frutas y verduras.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Es necesario poner en manos del consumidor peruano unas frutas y vegetales inocuos, los cuales no lleguen a ocasionar enfermedades vinculadas a bacterias, virus, entre otros patógenos. La inocuidad, debería ser una prioridad en las instalaciones de manipulación de frutas y vegetales, priorizando la cultura de inocuidad y análisis de los riesgos que podrían tener una influencia negativa en la inocuidad de las frutas y vegetales.

La sanitización del agua es una pieza clave para prevenir el desarrollo bacteriológico en el agua de lavado de frutas y vegetales, se cuenta con amplia información de los agentes sanitizantes y los valores que se deben tener en el agua, sin embargo estos datos son valores estándar y una buena práctica es que las instalaciones realicen pruebas en sus sistemas de lavado y sanitización de frutas y vegetales. Va a ser importante que se determine el tiempo de recambio de agua si es un sistema de agua recirculada y la frecuencia de monitoreo de la concentración del agente sanitizante, esta frecuencia puede variar de acuerdo al tipo de equipos, producto y condiciones particulares de las frutas y vegetales.

El presente trabajo puede sentar las bases para futuros trabajos de investigación en el ámbito de la inocuidad de las frutas y vegetales. Por ejemplo: La fuente de agua es un factor clave en la desinfección de frutas y vegetales; va a ser importante determinar agente sanitizante más adecuado en las condiciones de calidad de agua que puedan tener los principales ríos, quebradas, pozos y lagos que se ubican en el Perú.

VI. CONCLUSIONES

La desinfección de frutas y verduras es una actividad de alta importancia para llevar productos microbiológicamente seguros al consumidor, de tal manera que respeta la inocuidad de las frutas y verduras.

Asegurar que las frutas y verduras que llegan a manos de los consumidores sean seguros, es una actividad de gran responsabilidad y compromiso con la inocuidad alimentaria de toda la población.

Los gobiernos cada vez establecen requisitos más exigentes en cuanto a la inocuidad de los alimentos y las empresas que no siguen los lineamientos estarían sujetas a sanciones.

El cloro es el agente de desinfección más empleado, es fácil de monitorear y manipular por los operadores.

El ácido peracético es una buena alternativa para la desinfección poscosecha de frutas y verduras orgánicas. Se debe seguir las recomendaciones de manipulación dispuestas en las hojas de seguridad del ácido peracético, las hojas de seguridad deben ser provistas por la empresa proveedora del agente sanitizante.

Las agencias gubernamentales, compradores y distribuidores de frutas y vegetales en el extranjero están constantemente monitoreando la inocuidad de las frutas y vegetales en destino, es por ello que se debe respetar las buenas prácticas de manufactura e inocuidad de los alimentos; así prevenir rechazos de producto, los cuales generar desconfianza en el país proveedor de los productos.

VII. RECOMENDACIONES

Los responsables de la manipulación de frutas y verduras en instalaciones y tratamientos poscosecha en campo deberían informarse de las leyes y normatividad relacionada a la inocuidad de los alimentos en el país de origen y destino del producto fresco.

Las buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de manufactura son herramientas vitales para el mantenimiento de la inocuidad de las frutas y vegetales durante toda la cadena de suministro. Las empresas encaminadas a una cultura de inocuidad deberían adoptar estas herramientas en todos sus procesos productivos.

La Figura 1 presentada en anexos nos muestra un esquema de proceso básico en una planta de empaque de frutas y vegetales; cada etapa del proceso debería ser evaluada para disminuir el riesgo de contaminación de las frutas y vegetales.

La implementación de un análisis de peligros y puntos críticos de control va a ser una herramienta importante a la hora de la identificación de los peligros que muestra cada del proceso y se recomienda que el lavado de frutas y verduras sea un punto crítico de control del proceso.

Las agencias gubernamentales del país podrían generar guías de desinfección de frutas y vegetales con el fin de capacitar a los productores y manipuladores de frutas y vegetales, esta importante herramienta disminuirá el riesgo de llevar alimentos inseguros a la mesa de los consumidores peruanos. La Universidad Agraria La Molina puede también tomar la iniciativa en este campo y promover investigación orientada a las condiciones locales de calidad de agua y agentes sanitizantes disponibles.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dychdala, G.R. (1991). *Chlorine and chlorine compounds*. En: *Block SS (ed). Disinfection, Sterilization and Preservation*. 4th ed. Lea and Febiger. Philadelphia. p 131- 151.
- FDA. (2001). *Methods to Reduce/Eliminate Pathogens from Fresh and Fresh-Cut Produce* En: *Analysis and Evaluation of Preventive Control Measures for the Control and Reduction/Elimination of Microbial Hazards on Fresh and Fresh-Cut Produce*. p 26-27.
- Food Safety Preventive Controls Alliance, (2016) (apéndice A4-6 y A4-7)
- Hadad, Robert. (2018) *How to wash produce using a peracetic acid solution*. P 2-5.
- Lewis, J. (2011), *HACCP Manager Training*. p 41-51.
- Liberman, E. (2014). *Criminal Liability Exposure Under the Food Safety Modernization Act: What Every CEO Should Know* p 1.
- Merianos, J.J. (1991). Quaternary ammonium antimicrobial compounds. En: *Block SS (ed). Disinfection, Sterilization and Preservation*. Lea and Febiger. Philadelphia. p 225-255.
- Parish, M.E.; Beuchat, L.R.; Suslow, T.V.; Harris, L.J.; Garrett, E.H.; Farber, J.N. & Busta, F.F. (2006) *Methods to reduce/eliminate pathogens from fresh and fresh-cut produce*. Chapter V. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.
- Rebecca Bland, Joy Waite-Cusic, Alexandra J. Weisberg, Elizabeth R. Riutta, Jeff H. Chang, and Jovana Kovacevic. (2022). *Adaptation to a Commercial Quaternary Ammonium Compound Sanitizer Leads to Cross-Resistance to Select Antibiotics in Listeria monocytogenes Isolated from Fresh Produce Environments*. P 2.
- Rodgers, Stephanie & Cash, Jerry & Siddiq, Muhammad & Ryser, Elliot. (2004). *A Comparison of Different Chemical Sanitizers for Inactivating Escherichia coli O157:H7 and Listeria monocytogenes in Solution and on Apples, Lettuce, Strawberries, and Cantaloupe*. *Journal of Food Protection* 67(4):721-31

- Sarig P, Zahavi T, Zutkhi Y, Yannai S, Lisker N, Ben-Arie R. (1996) *Ozone for control of post-harvest decay of table grapes caused by Rhizopus stolonifer*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 48: 403-415
- Selamat, J., & Iqbal, S.Z. (Eds.). (2016). *Food Safety: Basic Concepts, Recent Issues, and Future Challenges*. Springer. Part I p 15.
- Singh, N., Singh, R.K., Bhunia, A.K. & Stroshine, R.L. (2002) *Effect of inoculation and washing methods on the efficacy of different sanitizers against Escherichia coli O157:H7 on lettuce*. *Food Microbiol* 19, p 183–193.
- Smilanick, J.L.; Crisosto, C. & Mlikota, F. (1999). *Postharvest use of ozone on fresh fruit*. *Perishables Handling Quarterly Issue*. 99: p 10-14
- Suslow, T.V. (1997) *Postharvest Chlorination: Basic Properties and Key Points for Effective Disinfection*.
- Suslow, T.V. (2004) *Oxidation-Reduction Potential (ORP) for Water Disinfection monitoring, Control, and Documentation*.
- Winniczuk, P.P. (1994) *Effects of sanitizing compounds on the microflora of orange fruit surfaces and orange juice* [M.S.]. Gainesville (FL): Univ. of Florida Graduate School. Recuperado de: <https://chlorine.americanchemistry.com/Calidad-Del-Agua-Desinfeccion-Effectiva/>, (2021).
- Zhang S, Farber JM. (1996). *The effects of various disinfectants against Listeria monocytogenes on fresh-cut vegetables*. *Food Microbiol*. 13:311-321.

ANEXOS

Anexo 1: P Propiedades de bacterias patógenas frecuentemente transmitidas por alimentos pies de bacterias patógenas frecuentemente transmitidas por alimentos.

Organismo	Efectos sobre la salud	Transmitido por
<i>Bacillus cereus</i>	Produce dos toxinas: una diarreica y otra emética (que produce vómitos).	Arroz, alimentos que contienen almidones o féculas, carnes, vegetales, productos lácteos, salsas.
<i>Listeria monocytogenes</i>	La infección enferma gravemente a individuos susceptibles (mortalidad: 15 -30%).	Alimentos listos para comer como frutas y vegetales, refrigerados que sustentan la proliferación.
<i>Salmonella spp.</i>	La infección provoca náuseas, vómitos, diarrea, fiebre y dolor de cabeza.	Carnes rojas y blancas, huevos, leche cruda y muchos otros alimentos (frutos secos, especias, frutas y verduras, chocolate, harina)
<i>Shigella spp.</i>	La infección provoca diarrea, que puede ser acuosa o hemorrágica. La infección se conoce como “disentería.”	Contaminación fecal a partir de agua contaminada o trabajadores de la industria alimentaria.
<i>Staphylococcus Aureus</i>	Tras una proliferación extensa, produce toxinas termoestables.	Alimentos cocidos contaminados y alimentos con alto contenido de sal o azúcar.
<i>Escherichia coli productora De toxina Shiga (STEC)</i>	La infección provoca diarrea hemorrágica y, en ocasiones, insuficiencia renal y la muerte.	Carne de vaca cruda y poco cocida, verduras de hoja, coles, leche y jugos no pasteurizados.

FUENTE: Food Safety Preventive Controls Alliance, (2016) (apéndice A4-6 y A4-7)