



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**EVALUACIÓN DE LA DESINFECCIÓN DE MANGO  
(*Mangífera Indica*) VARIEDAD EDWARD CON  
ÁCIDO PERACÉTICO  
PARA OBTENER EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

**Autora:**

**Cubas Aguilar Flor Maritza**

**Asesor:**

**Ing. Símpalo López Walter Bernardo**

**Línea de investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel- Perú**

**2020**

## RESUMEN

Todas las etapas de fabricación de los alimentos, tienen de una etapa de gran importancia que es la desinfección o sanitización, la cual disminuye la actividad microbiológica de los organismos alterantes y patógenos. Generalmente, en la industria alimentaria se usan sanitizantes como el cloro y sus hipocloritos. Pero la formación de compuestos tóxicos, como trihalometanos, cloritos, cloratos y percloratos, ha hecho que cada vez sea menos usado y sea reemplazado por otros compuestos. Por estas razones, se plantea la utilización de sustancias alternativas que reemplacen el uso del Hipoclorito de Sodio. Debido, a las alertas sobre la nocividad de estos derivados han dado lugar al interés actual por utilizar otros productos que lo reemplacen y además de ello que sean amigables con el medioambiente. El interés por los novedosos desinfectantes no solo se debe a su capacidad de inactivación frente a una amplia gama de microorganismos patógenos y alterantes, sino también a su capacidad para mantener la calidad organoléptica del producto. Hoy en día, existen muchas técnicas nuevas de desinfección que pueden reemplazar al cloro, proporcionando otros beneficios, como sucede con el ozono, el agua electrolizada, las radiaciones ionizantes, los antimicrobianos naturales, las bacteriocinas, los tratamientos térmicos, determinados agentes químicos como el ácido peracético y otros muchos. En la presente investigación titulada “Evaluación de la desinfección de mango (*Mangífera Indica*) variedad Edward con ácido peracético, se tiene como resultado la reducción de hasta 3 LOG después de la etapa de desinfección, por lo tanto, es recomendable llevar a cabo la desinfección de frutas de mango con ácido peracético a 85 ppm y a una temperatura superior a los 40 °C.

Palabras clave: desinfección, cloro, ácido peracético.

## **ABSTRACT**

All stages of food manufacturing, have a stage of great importance that is disinfection or sanitization, which decreases the microbiological activity of altering organisms and pathogens. Generally, sanitizers such as chlorine and its hypochlorites are used in the food industry. But the formation of toxic compounds, such as trihalomethanes, chlorites, chlorates and perchlorates, has made it less and less used and replaced by other compounds. For these reasons, the use of alternative substances that replace the use of sodium hypochlorite is considered. Due to the alerts about the harmfulness of these derivatives, they have given rise to the current interest in using other products that replace them and, in addition, they are friendly to the environment. The interest in novel disinfectants is not only due to its inactivation capacity in the face of a wide range of pathogenic and altering micro organisms, but also to its ability to maintain the organoleptic quality of the product. Today, there are many new disinfection techniques that can replace chlorine, providing other benefits, such as ozone, electrolyzed water, ionizing radiation, natural antimicrobials, bacteriocins, heat treatments, certain chemical agents such as peracetic acid and many others. In the present investigation entitled “Evaluation of the disinfection of mango (*Mangifera Indica*) Edward variety with peracetic acid, it has resulted in the reduction of has 3 LOG after the disinfection stage, therefore, it is advisable to carry out the disinfection of mango fruits with per acetic acid at 85 ppm and at a temperature above 40 ° C.

Keywords: disinfection, chlorine, peracetic acid.

## NDICE GENERAL

RESUMEN.....	ii
ABSTRACT .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
1.1. Realidad Problemática.....	7
1.2. Teorías relacionadas al tema.....	8
1.3. Formulación del problema .....	17
1.4. Justificación e importancia del estudio .....	17
1.5. Antecedentes .....	17
1.6. Hipótesis.....	18
1.7. Objetivos .....	18
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	19
2.2. Población y muestra.....	19
2.3. Variables, Operacionalización .....	20
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. ....	21
2.5. Procedimientos para la recolección de datos .....	22
2.6. Procedimientos de análisis de datos.....	22
2.7. Criterios éticos.....	22
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
3.1 Resultados .....	23
<b>IV. DISCUSIONES.....</b>	<b>25</b>
4.1. Discusión .....	26
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>26</b>
5.1. Conclusiones .....	27
<b>VI. REFERENCIAS .....</b>	<b>28</b>
<b>VII. ANEXOS .....</b>	<b>29</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Valor Nutricional una porción de mango fresco (100 g).....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 2: Variables dependientes e independientes.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 4: Tratamiento N° 01 utilizando solución de desinfección con 85ppm de ácido per acético durante el tiempo de inmersión de dos minutos.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 5: Tratamiento N° 02 utilizando solución de desinfección con 85ppm de ácido per acético a 40°C durante dos minutos. ....</i>	<i>24</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Estructura bacteriana .....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2: Estructura celular de los hongos .....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3: Estructura celular de las levaduras .....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 4: Estructura de los virus .....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 5: El mango variedad Edward .....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 6: Diagrama de bloques experimental de la desinfección de mango .....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 7: Desinfección de mango Edward.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 8: Test indicador de concentración de ácido peracético.....</i>	<i>29</i>

## I. INTRODUCCIÓN

La fabricación de un alimento trae consigo la responsabilidad de asegurar la calidad y la inocuidad de los alimentos, la industria alimentaria aplica técnicas de eliminación o reducción de microorganismo a niveles aceptables de las materias primas y superficies en contacto con los alimentos, para evitar que puedan causar daños a los consumidores y aumentar la vida útil de los productos terminados. Es por eso necesario conocer los desinfectantes, biocidas y los diferentes productos para tal finalidad.

La acción desinfectante de los agentes químicos está determinada por distintos elementos como, por ejemplo: el tiempo de contacto con el químico, concentración temperatura, tensión superficial del desinfectante, potencial de Hidrógeno, cantidad de carga microbiológica presente, tipo de microorganismo a eliminar o reducir.

El objetivo del uso de los desinfectantes es agredir a los órganos vitales de las células de los microorganismos patógenos o alterantes, causar la lisis en ellas, provocando su eliminación o reducción a niveles aceptables

El uso del Cloro durante la desinfección provoca la formación de compuestos tóxicos, como trihalometanos, cloritos, cloratos y percloratos.

El ácido peracético se ha convertido en una alternativa interesante para reemplazar al Hipoclorito de Sodio, como desinfectante, especialmente porque los productos resultantes de su descomposición (Ácido acético, Oxígeno, Dióxido de carbono y Agua) no tienen efectos carcinogénicos, ni mutagénicos, ni tóxicos, siendo completamente sostenible y ambientalmente seguro.

La presente investigación, estudia el efecto del uso del ácido peracético en la desinfección de mango (*Mangifera Indica*) variedad Edward.

## **1.1. Realidad Problemática**

Para obtención de productos seguros en la industria de los alimentos, es necesario el uso de sustancias desinfectantes, de esta manera aseguramos el bienestar de los consumidores. Desde hace mucho tiempo, el cloro y sus hipocloritos se han utilizados como principales agentes desinfectantes, debido a su gran eficacia y economía. Sin embargo, las investigaciones revelan que no solo destruyen a los microorganismos, sino que también dañan el medio ambiente, por ello han expresado su inquietud las instituciones relacionadas a la salud y el medio ambiente, debido a la formación de residuos químicos en el agua de proceso que dañan la salud y el medio ambiente, generando compuestos tales como trihalometanos y cloraminas, considerados tóxicos para el organismo, afectando principalmente a los órganos como los riñones e hígado (Graham,1997). Los compuestos trihalometanos se forman por el cambio producido en la reacción del cloro libre con compuestos orgánicos y cabe mencionar que el nivel máximo permitido de trihalometanos en el agua es de 100 mg L<sup>-1</sup> (Garmendiay Vero, 2006). Por ello se ha empezado a investigar a cerca de otros compuestos, es así que aparece el ácido peracético para reemplazar a los agentes desinfectantes, principalmente al cloro, pero esta vez utilizando técnicas amigables con el medio ambiente. (Artés et al.,2009).

## 1.2. Teorías relacionadas al tema

### 1.2.1. Clases de microorganismos importantes en la industria de los alimentos

Los microorganismos causantes de toxiinfecciones a los consumidores, pueden pertenecer a los siguientes grupos: bacterias, micobacterias, virus, mohos y levaduras.

La estructura de los microorganismos está compuesta por una membrana citoplasmática, la cual cumple la función de protección del medio externo y reguladora del medio externo e interno.

Esta membrana del citoplasma está constituida por una bicapa de lípidos (fosfolípidos), así mismo la capa periférica es hidrófila y la interna hidrófoba.

### 1.2.2. Característica de los microorganismos

- **Gram + y Gram –**

Son aquellas que pueden sintetizar una pared que protege a la membrana celular. Esta pared celular permite diferenciar en dos grupos: Gram + y Gram -.

Entre las diferencias significativas es que las Gram+, tienen un espesor de 20 a 180 nanómetros y las Gram – tienen un espesor de 10 a 15 nanómetros. No obstante, la pared celular de las bacterias Gram - tiene mayor complejidad, muchas veces impermeable a sustancias químicas, lo que le brinda una mayor resistencia en comparación a las Gram +.

A continuación, se observa la estructura celular de las bacterias:

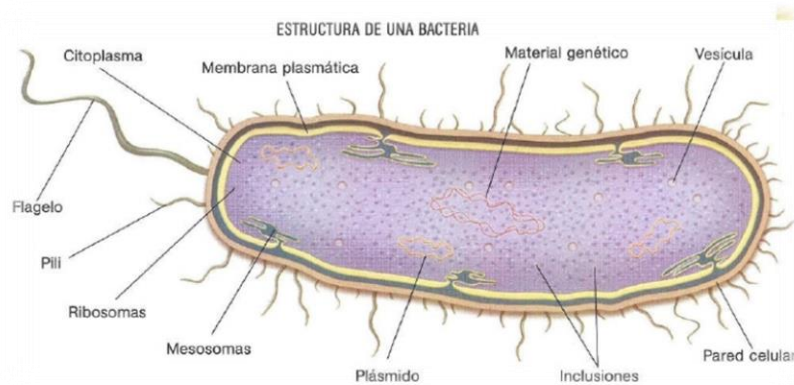


Figura 1: Estructura bacteriana

Fuente: <https://es.slideshare.net/profesorjano/estructura-bacteriana>



- **Levaduras y mohos**

Son microorganismos unicelulares que pertenecen al reino fungi, suelen provocar infecciones y cuadros de hipersensibilidad. Su pared celular se encuentra protegida de agresiones químicas por una sustancia llamada quitina

Son microorganismos pluricelulares, conformados por hifas que se unen para formar un cuerpo unicelular, habitan generalmente en medios húmedos, poseen estructuras sexuales que almacenan esporas las cuales se esparcen en el aire y al inhaladas producen daños a la salud.

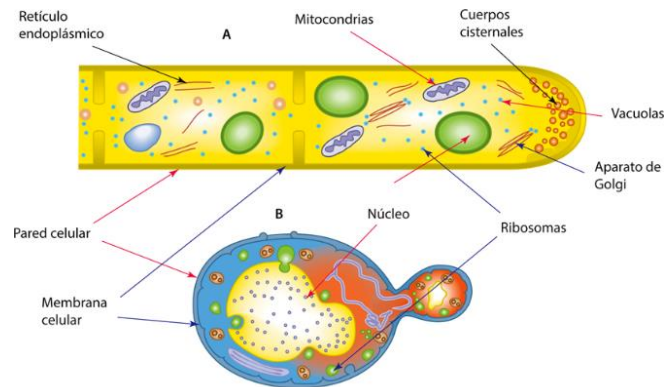


Figura 2: Estructura celular de los hongos

Fuente: J. Alejandro Bonifas Trujillo, Micología médica básica, 5e: [www.accessmedicina.com](http://www.accessmedicina.com)

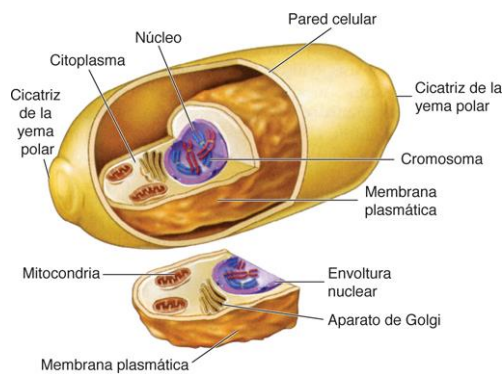


Figura 3: Estructura celular de las levaduras

Fuente: Kenneth J. Ryan, C. George Ray: Sherris. Micología médica, 6e: [www.accessmedicina.com](http://www.accessmedicina.com)

- **Virus**

Los virus poseen una membrana formada principalmente por proteínas. Existen virus conformados por ácidos nucleicos y proteínas, pueden contener o no un envoltorio que se llama cápsula.

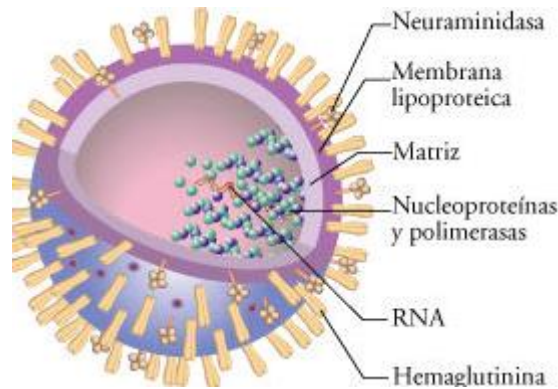


Figura 4: Estructura de los virus

Fuente: <http://www.botanica.cnba.uba.ar/Pakete/Dibulgeneral/LosVirus/Virus2/Virus.htm>

- **Micobacterias**

Son microorganismos que los podemos encontrar en la tierra, aguas, alimentos, superficies, estos viven en continuo movimiento. Su pared celular tiene gran complejidad, con características brillantes, son muy resistentes a la desecación y a las soluciones desinfectantes.

### 1.2.3. Factores que favorecen la proliferación de los microorganismos ante los antisépticos

La fortaleza natural de los microorganismos a las soluciones antisépticas, va a depender de la composición de su pared celular, reaccionando de diferentes maneras ante la presencia de agentes desinfectantes. Russel (1997) trabajó una investigación a cerca de las diferencias de los microorganismos, concluyendo que los virus encapsulados son más sensibles a las soluciones de desinfección y que los microorganismos esporulados altamente resistentes. También los ordenó de mayor a menor sensibilidad biológica en el presente orden: Gram +, Mohos, Gram -, virus no encapsulados y mico bacterias.

#### **1.2.4. Clases de agentes antimicrobianos y el efecto que causa contra a los microorganismos**

- **Desinfectantes clorados**

El Hipoclorito de Sodio, se forma mediante una reacción del Cloro con productos cáusticos, ya que el Cloro en su forma natural es un gas que no se podría utilizar para la formación de compuestos por sí solo. Este desinfectante es el compuesto básico para dar origen a diversos desinfectantes.

El poder desinfectante del Hipoclorito de Sodio se basa en la presencia del ion Hipoclorito, atacando la membrana del citoplasma, este se separa en iones Sodio e Hipoclorito.

- **Amonio Cuaternario**

Obtenido a través de una reacción entre aminas terciarias y haluros de alquilo, llamados sales de amonio cuaternario.

Las sales de amonio cuaternario poseen cuatro carbonos que están unidos a un átomo de Nitrógeno, por enlaces covalentes o de de naturaleza electrostática.

El primer compuesto usado en la industria de este tipo de el Cloruro de Benzalconio. Estos desinfectantes tienen una elevada actividad anti microbiológica, tienen el poder para introducirse en las membranas citoplasmáticas de los microorganismos, a través de las serie de Carbonos. El nitrógeno interacciona con los fosfatos de los fosfolípidos, ocasionando la salida al exterior del material citoplasmático de vida.

Este compuesto tiene acción bactericida, fungicida y virucida.

- **El peróxido de hidrógeno**

Agente antimicrobiano más conocido como “agua oxigenada”, tiene aspecto líquido, incoloro, de sabor amargo y con características muy efectivas para la reducción de microorganismos. Reducen el OH- y radicales libres que atacan descomponiendo a las grasas, proteínas y material genético. Se degradación es muy sencilla, convirtiéndose en oxígeno y agua. De alto efecto bactericida y virucida, dependiendo de ciertos factores como la concentración de la solución y condiciones de uso.

- **Aminas terciarias**

Estos compuestos tienen características emulsionantes, solubles y mojanter, interactúa con las cargas negativas de la pared celular, desorganizando las proteínas, afectando toda la actividad celular, causando su muerte finalmente.

Estas sustancias actúan en conjunto generando un espectro de actuación y baja formación de espuma.

- **Ácido peracético**

La característica principal del ácido peracético es que es un antimicrobiano de tipo oxidante, es decir tiene la capacidad para reducir la membrana externa de los microorganismos. La ruta de oxidación se realiza mediante el paso de electrones de la forma oxidada del ácido peracético a los microorganismos, ocasionando su inactivación o incluso su muerte.

A unas concentraciones relativamente bajas de 0.1 a 0.2%, se ha determinado su efectividad antiséptica, frente a los microorganismos como: las bacterias, los hongos, las levaduras, las endosporas y los virus. A concentraciones menores a 100 ppm inhibe y elimina a bacterias Gram+, Gram-, micobacterias, hongos y levaduras. Otra característica ventajosa que tiene es que no genera espuma, por ello resulta de muy fácil uso.

El ácido peracético es un oxidante fuerte que ha demostrado efectivo para el control de microorganismos patógenos y responsables del deterioro de los productos vegetales, aunque inicialmente se usó para la sanitización de superficies en contacto con los alimentos, a dosis de unas 85 ppm (FDA, 1998).

El ácido peracético se ha convertido en una alternativa interesante para reemplazar al NaClO como desinfectante, especialmente porque los productos resultantes de su descomposición (ácido acético, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O) no tienen efectos carcinogénicos, ni mutagénicos, ni tóxicos, siendo completamente sostenible y ambientalmente seguro. Además, es económico y compatible con otros tratamientos de desinfección.

En relación al mecanismo de acción del ácido peracético, se piensa que actúa primeramente sobre las lipoproteínas de la membrana celular y, muy especialmente, sobre las lipoproteínas localizadas en las membranas externas, actuando más eficazmente sobre las células Gram negativas (Leaper, 1984). A partir de allí, atraviesa la membrana citoplasmática, oxidando los componentes y destruyendo el sistema enzimático.

Una de las principales ventajas del ácido peracético, es que tiene un gran espectro biocida y que resulta efectivo en un rango amplio de temperaturas, además de tolerar un rango de pH entre 1 y 8. Al mismo tiempo, admite que el agua para preparar la solución tenga una concentración de carbonatos alta, no perdiendo su efecto biocida aun en presencia de cierta contaminación con materia orgánica. Por otra parte, los tiempos de contacto requeridos son cortos. Debido a todas estas razones, su principal campo de aplicación actuales el de las frutas y hortalizas (Artés et al., 2009). Por ejemplo, se ha mostrado que el AP fue efectivo para controlar *E. coli*, *Salmonella spp.* y *L. monocytogenes* en melones, entre otros. (Rodgers et al., 2004; Ruiz-Cruz et al., 2007; Abadias et al., 2011).

En lechuga cortada inoculada con *Enterobacter sakazakii* los recuentos disminuyeron en 5 unidades logarítmicas(log) cuando se utilizó 90 ppm de AP (Kim, Kim y Song, 2009). Por otra parte, 80 ppm de AP redujeron los recuentos de psicrótrofos en 2 unidades log y los de mesófilos en 1 unidad log cuando fue utilizado para la desinfección de melón Galia cortado, siendo igual de efectivo que 150ppm de NaClO (Silveira, Aguayo y Artés, 2010b).

Como ha sido reportado con otros desinfectantes, se ha observado que en algunos casos el ácido peracético puede afectar la capacidad antioxidante o el contenido de vitamina C de los productos tratados, tal como ocurrió en melón (Silveira, Aguayo y Artés, 2010b). Sin embargo, cuando en zanahorias ralladas se utilizó una dosis de 80 ppm, se observó que ni la calidad sensorial ni el contenido de nutrientes se vieron afectados (Vandekinderen et al., 2009). El ácido peracético, a diferencia de otros desinfectantes, no produce un incremento en la tasa respiratoria del producto tratado, ni modificaciones en la pérdida de electrolitos. De este modo, la atmósfera de equilibrio que se alcanzó en el caso de lechuga tipo Iceberg procesada envasada en atmósferas modificadas pasivas fue muy similar a la obtenida cuando el producto se lavó solamente con agua corriente, manteniendo además la calidad organoléptica y nutricional (López-Galvez et al., 2013).

La etapa del proceso en la cual se aplique el desinfectante también puede influir en su efectividad. Se ha observado que en lechuga cortada la disminución en el recuento de *E. coli* O157:H7 fue mayor cuando el lavado se hizo antes del corte que después (Palma-Salgado et al., 2014).

Estudios más recientes han analizado el efecto de la combinación del ácido peracético con otros desinfectantes. Martínez-Hernández et al. (2015) mostraron que sobre *E. coli* y *S. enteritidis* inoculadas en kailan-brócoli se logró una reducción de recuentos del orden 2,3 a 1,2 unidades log después de 14 días a 5 °C, cuando el producto se trató con una combinación de ácido peracético y agua electrolizada.

El ácido peracético se puede utilizar también para reacondicionar el agua proveniente de la industria del procesado mínimo. En un trabajo donde se combinaron ácido peracético y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (15,2 % y 11,2% respectivamente) con ultrasonidos (0,56 kW L<sup>-1</sup>, 20 kHz) se observó que bacterias patogénicas como E.Coli O157:H7 y Salmonella fueron menos resistentes a la desinfección que los virus (Sánchez et al., 2015). Por otra parte, si bien este procedimiento es válido para reacondicionar el agua de lavado, por el momento no se puede utilizar para el agua de proceso, porque en este caso la desinfección debe ser instantánea (Gómez-López et al., 2015).

En definitiva, el ácido peracético puede considerarse una alternativa al NaClO, si bien es necesario analizar en cada caso la dosis y el tiempo de contacto necesarios. Asimismo, su versatilidad para ser combinado con otros productos favorece su difusión como desinfectante en la industria del procesado mínimo de frutas y hortalizas.

### **1.2.5. El mango:**

El mango Variedad Edward, es una fruta tropical, de forma ovoide alargado de pulpa carnosa y dulce. La cáscara presenta de fondo un color amarillo brillante con una chapa rosada a rojiza, posee poca cera. La pulpa de la fruta es suave, jugosa y de color amarillo intenso a naranja.



Figura 5: El mango variedad Edward

Fuente: Elaboración propia

### **Origen el mango:**

Según Kosterman y Bompard (1993) mencionado por Galán Saucó, el origen de este fruto se atribuye a la ciudad de Asma (India) y la antigua Birmania (hoy Myanmar), se considera que es la India el mayor exportador de material de cultivares, pues es allí donde aún hay existencia de poblaciones silvestres.

En el siglo XVII, los portugueses lo transportaron de la India a Brasil, difundándose por todo América del Sur; en 1742 se encontraba en Barbados y en 1782, en República Dominicana y Jamaica (Morton, 1987).

En el 2016, Perú superó en el ranking de exportaciones de mango fresco, superando a Brasil, ocupando así el tercer lugar, después de México, India, Tailandia. (DGPA-Minagri 2017).

El período de cosecha de mango en el Perú son los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, donde destacan variedades sin implantación (como las variedades: criollo de Chulucanas y chato de Ica) e injertadas como las variedades Haden, Kent, Tommy Atkins y Edward. Los principales destinos de las exportaciones de purés y concentrados son los de la Unión Europea. (Bruno, 2007).

### 1.2.6. Valor nutritivo del mango

El mango es un fruto dietético, destaca su elevado contenido de vitaminas (como A y C), antioxidantes y fibra.

La Tabla 1 muestra el contenido nutricional del mango fresco en 100 g.

Tabla 1: Valor Nutricional una porción de mango fresco (100 g)

<b>COMPONENTE</b>	<b>PROMEDIO</b>
Energía	60 Kcal
Energía	2.51 KJ
Agua	83 g
Proteínas	0.4 g
Grasa total	0.2 g
Carbohidratos totales	15.9 g
Carbohidratos disponibles	14.1 g
Fibra cruda	1.0 g
Fibra dietaria	1.8 g
Cenizas	0.5 g
Calcio	17 mg
Fósforo	15 mg
Zinc	0.04 mg
Hierro	0.40 mg
Retinol	159.00 ug
Vitamina A equivalentes totales	38 ug
Vitamina B1	0,03 mg
Vitamina B2	0,11 mg
Vitamina B3	0,39 mg
Ácido ascórbico	24,8 mg

Fuente: MINSA- Instituto Nacional de Salud-Perú (2009)



### **1.2.7. Usos del mango**

Además del consumo como fruta fresca. Existe una infinidad de productos que se pueden elaborar a base de la fruta tropical como: néctares, mermeladas, conservas, concentrados, aromas, deshidratados, entre otros.

### **1.3. Formulación del problema**

¿Cuál será el efecto del ácido peracético en la desinfección de mango (*Mangifera Indica*) Variedad Edward?

### **1.4. Justificación e importancia del estudio**

El uso intensivo de agentes clorados en la industria alimentaria y la formación de compuestos dañinos para la salud tales como: trihalometanos (cloroformo, bromodichlorometano, dibromoclorometano y bromoformo), cloratos y percloratos. Causantes de enfermedades cancerígenas.

Los trihalometanos tienen efectos cancerígenos y mutagénicos.

Por ello para controlar la desinfección durante el proceso de elaboración de alimentos destinados al consumo humano, garantizando la inocuidad. Se plantea el uso del ácido peracético durante la desinfección química de mango (*Mangifera Indica*) variedad Edward.

### **1.5. Antecedentes**

Luz, B. (2018), en su estudio “Efecto de la desinfección química y calentamiento óhmico sobre biopelículas de Salmonella entérica en papaya (*Carica papaya* L.)”, desarrollado en la Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química. Evaluó los tratamientos con desinfectantes químicos redujeron menos de 2 Log de carga bacteriana (células libres y en biopelícula), mientras que el calentamiento óhmico resultó ser eficaz a 65 °C por 60 y 90 s reduciendo más de 5 Log UFC/cm<sup>2</sup>.

Kyanko, M. et al. (2010), en su estudio “Efectividad del ácido peracético sobre la reducción de la carga de esporas de mohos causantes de pudrición pos cosecha de frutas y hortalizas” desarrollado en la Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Se estimó in vitro la efectividad del ácido peracético sobre la disminución de esporas de mohos micotoxicogénicos causantes de pudrición de frutas y hortalizas, para determinar su potencial aplicación al control pos cosecha. Se evaluó tres concentraciones de ácido (0.05%, 0.1 % y 0.3%) para determinar su capacidad anti fúngica. El uso del ácido peracético resulta

una alternativa no contaminante para el tratamiento de pudrición por hongos después de la cosecha de los frutos. Se ha observado disminuciones de la carga microbiológica de esporas aún a la más baja concentración probadas, efecto que incrementó con el aumento de la concentración del tratamiento. A una concentración del 0.3 % se obtuvo una mayor reducción de la carga de esporas viables.

## **1.6. Hipótesis**

### **Hipótesis alternativa**

H1: La aplicación de ácido per acético durante la desinfección de mango es efectiva.

### **Hipótesis nula**

H0: Es posible que la aplicación del ácido per acético no sea efectivo en la desinfección de mango.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto de la desinfección de mango (*Mangifera Indica*), variedad Edward con una solución de ácido peracético.

### **Objetivos Específicos**

Cuantificar la reducción de logarítmica de microorganismos aerobios mesófilos y Coliformes (*E. Coli*), durante la desinfección de mango (*Mangifera Indica*) variedad Edward.

Determinar el método más efectivo para la reducción de la carga microbiológica, durante la desinfección de mango (*Mangifera Indica*) variedad Edward.

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **2.1.1. Tipo**

La presente investigación es de tipo cuantitativa en la cual evaluaremos el efecto de la solución desinfectante de ácido peracético en mangos variedad Edward.

Aplicada porque va a generar nuevos conocimientos, a través de los resultados obtenidos antes y después de la desinfección, utilizando los conocimientos y poniéndolos en la práctica en tratamientos antisépticos.

#### **2.1.2. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación será de carácter experimental, debido a que se trabajará con variables de estudio: “variables independientes” (concentración de ácido peracético y temperatura de la solución desinfectante) vinculadas a la causa y se medirá la efectividad en una variable respuesta “variable dependiente” (recuento de aerobios mesófilos y recuentos de coliformes (E. Coli).

### **2.2. Población y muestra**

#### **2.2.1. Población**

La presente investigación se realizará con mangos variedad Edward del C.P.M. Malingas, distrito Tambo grande, Provincia de Piura.

#### **2.2.2. Muestra**

El Muestreo aplicado será de tipo intencional, se caracteriza por una toma de muestra representativa. Para la presente investigación se utilizará 4 Kg de mango variedad Edward.

## 2.3. Variables, Operacionalización

### 2.3.1. Variables independientes

Concentración de Ácido per acético de la solución desinfectante

Temperatura de la solución desinfectante

### 2.3.2. Variables dependientes

#### Microbiológicos

Recuento de aerobios mesófilos

Recuentos de Coliformes (*E. Coli*)

### 2.3.1 Operacionalización

En la tabla 2 se muestra las variables dependientes e independientes.

Tabla 2: Variables dependientes e independientes

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>
Variables independiente	Solución desinfectante	Concentración de ácido per acético (ppm)	Test de medición (0-160 ppm)
	Solución desinfectante y temperatura	Concentración de ácido per acético (ppm)	Test de medición (0-160 ppm) Termómetro
Variables dependiente	Aerobios mesófilos	UFC	Placas Petri film
	Coliformes ( <i>E. Coli</i> )	UFC	Placas Petri film

Fuente: Elaboración propia

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

### **Análisis microbiológicos**

#### **2.4.1. Recuentos de aerobios mesófilos**

Enjuagar la muestra obtenida (4 mangos) en 100 ml de buffer peptona o caldo peptona.

Realizar diluciones:

- Para los frutos sin desinfección se realizará diluciones del caldo de enjuague hasta  $10^{-6}$ .
- Para los frutos desinfectados se realizará diluciones del caldo de enjuague hasta  $10^{-3}$ .

Inocular 1mL de la muestra diluida a cada placa petrifilm según el indicador.

Incubar las placas por 48h a una temperatura de  $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Interpretar los resultados según guía de conteo @Petrifilm.

#### **2.4.2. Recuento de Coliformes (E.Coli)**

Enjuagar la muestra obtenida (4 mangos) en 100 ml de buffer peptona o caldo peptona.

Realizar diluciones:

- Para los frutos sin desinfección se realizará diluciones del caldo de enjuague hasta  $10^{-4}$ .
- Para los frutos desinfectados se realizará diluciones del caldo de enjuague hasta  $10^{-2}$ .

Inocular 1mL de la muestra diluida a cada placa petrifilm según el indicador.

Incubar las placas por 48h a una temperatura de  $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Interpretar los resultados según guía de conteo @Petrifilm.

## 2.5. Procedimientos para la recolección de datos

La Desinfección se llevará a cabo en dos pruebas: La primera en la cual el mango se sumerge en una solución de desinfección que se encuentra a 85 ppm de ácido per acético y la segunda el mango se sumerge en una solución de desinfección que se encuentra a 85 ppm de ácido per acético a una temperatura mínima de 40° C.

Evaluación microbiológica se recolectarán muestras de mango antes y después de la desinfección para ambos tratamientos.

## 2.6. Procedimientos de análisis de datos.

Se tomarán como indicadores de desinfección:

<b>Indicador</b>	<b>Método</b>
Aerobios mesófilos	Petrifilm AOAC
Coliformes ( <i>Escherichia coli</i> )	Petrifilm AOAC

## 2.7. Criterios éticos.

En presente trabajo de investigación, cumple los valores éticos, ellos son: respeto, responsabilidad y justicia.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Resultados

Tabla 3: Tratamiento N° 01 utilizando solución de desinfección con 85ppm de ácido per acético durante el tiempo de inmersión de dos minutos.

FECHA DE ANÁLISIS	MUESTRA	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS			
		AEROBIOS MESÓFILOS	REDUCCIÓN LOG	COLIFORMES /E.coli	REDUCCION LOG
04/09/19	Fruto sin desinfectar	26000000	2.6	140000	2.1
	Fruto desinfectado	60000		1000	
05/09/19	Fruto sin desinfectar	44000000	3.6	110000	3.0
	Fruto desinfectado	10000		100	
06/09/19	Fruto sin desinfectar	84000000	2.3	190000	2.4
	Fruto desinfectado	4400000		700	

Fuente: Elaboración propia

Se muestra en la tabla N°04 los resultados de la carga microbiológica de aerobios mesófilos y Coliformes en fruta previa a la desinfección, así como en fruta desinfectada. Así mismo señala la reducción LOG que ejerce la solución desinfectante sobre el fruto del mango, donde se tiene reducciones que superan 3 LOG.

Tabla 4: Tratamiento N° 02 utilizando solución de desinfección con 85ppm de ácido per acético a 40°C durante dos minutos.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS					
FECHA DE ANÁLISIS	MUESTRA	AEROBIOS MESÓFILOS	REDUCCIÓN LOG	COLIFORMES /E.coli	REDUCCIÓN LOG
07/09/19	Fruto sin desinfectar	27000000	3.0	1000000	4.0
	Fruto desinfectado	30000		100	
08/09/19	Fruto sin desinfectar	29000000	2.9	2000000	3.8
	Fruto desinfectado	40000		300	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°5, se muestra la reducción microbiológica de la fruta desinfectada respecto a la fruta sin desinfectar, donde la acción de la solución desinfectante sumado al efecto de la temperatura, permite que la reducción LOG sea mayor, de esta manera la etapa de desinfección se ve mejorada.



En la figura N° 04 se observa el diagrama de operaciones, que consta las siguientes etapas: Recepción de materia prima, selección, lavado y desinfección.

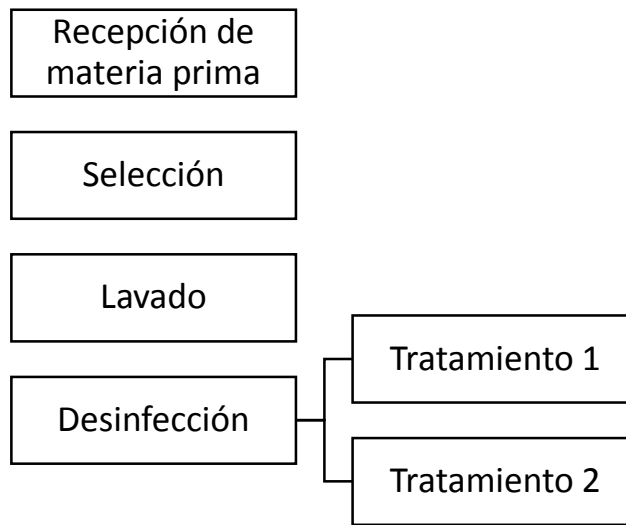


Figura 6: Diagrama de bloques experimental de la desinfección de mango

Fuente: Elaboración propia

#### IV. DISCUSIONES

#### **4.1. Discusión**

Luz, B. (2018), en su estudio “Efecto de la desinfección química y calentamiento óhmico sobre biopelículas de Salmonella entérica en papaya (*Carica papaya* L.)”, Concluyó que los tratamientos con desinfectantes químicos redujeron menos de 2 Log de carga bacteriana (células libres y en biopelícula), mientras que el calentamiento óhmico resultó ser eficaz a 65 °C por 60 y 90 s reduciendo más de 5 Log UFC/cm<sup>2</sup>. En el presente estudio desinfectando a 85 ppm de ácido peracético a temperatura ambiente, durante dos minutos se obtuvo una reducción microbiológica de la fruta desinfectada respecto a la fruta sin desinfectar de 3 LOG.

Kyanko, M. et al. (2010), en su estudio “Efectividad del ácido peracético sobre la reducción de la carga de esporas de mohos causantes de pudrición pos cosecha de frutas y hortalizas” desarrollado en la Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Analizó y estimó in vitro la validez del ácido peracético sobre la disminución de esporas de mohos micotoxigénicos causantes del deterioro de frutas y hortalizas, para determinar su potencial aplicación al control pos cosecha. Se evaluó tres concentraciones de ácido (0.05%, 0.1 % y 0.3%). Hallando una reducción de la carga microbiológica de esporas aún a la más baja concentración ensayada, el efecto con el aumento de la concentración del tratamiento a una concentración del 0.3 % se logró una mayor reducción de la carga de esporas viables. En el presente estudio el tratamiento que se realizó a 85 ppm de ácido peracético a 40°C, durante dos minutos resultó ser más eficiente, donde se obtuvo una reducción microbiológica de la fruta desinfectada respecto a la fruta sin desinfectar de 4 LOG.

## **V. CONCLUSIONES**

### **5.1. Conclusiones**

Se obtuvo reducción de has 3 LOG después de la desinfección, con respecto al mango antes de la desinfección de mango (*Mangifera Indica* ) variedad Edward.

Es factible llevar a cabo la desinfección de frutas de mango con ácido per acético a 85 ppm y a una temperatura superior a los 40 °C.

## VI. REFERENCIAS

Sánchez A, 2008, Efectos de los trihalometanos sobre la salud, Médico Residente de Medicina Familiar y Comunitaria. Centro de Salud de Almanjáyar. Granada (España).

Hernández Sánchez, C; González G, Luis; Armendáriz C, Rubio; Caballero Mesa, JM; Ben-Charki ElMousati, N; Hardisson de la Torre, A, 2011, Trihalometanos en aguas de consumo humano, Revista de Toxicología, vol. 28, Asociación Española de Toxicología Pamplona, España.

Encarna Aguayo, Perla Gómez, Francisco Artés-Hernández, Francisco Artés, 2017, Tratamientos químicos desinfectantes de hortalizas de IV gama: ozono, agua electrolizada y ácido peracético.

Organización Mundial de la Salud (OMS). Guías para la calidad del agua potable: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/fulltext.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/fulltext.pdf)

Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC): <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>

Agencia de Salud Pública de Barcelona. Informes anuales sobre el estado de salud de la ciudad. [http://www.aspb.cat/quefem/documents\\_in](http://www.aspb.cat/quefem/documents_in)

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071807642010000400016&lang=es](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071807642010000400016&lang=es)

<http://www.fao.org/3/i1357e/i1357e.pdf>

AINIA (Instituto de tecnología de la industria agroalimentaria)

<http://www.ainia.es>

## VII. ANEXOS



Figura 7: Desinfección de mango Edward

Fuente: Elaboración propia

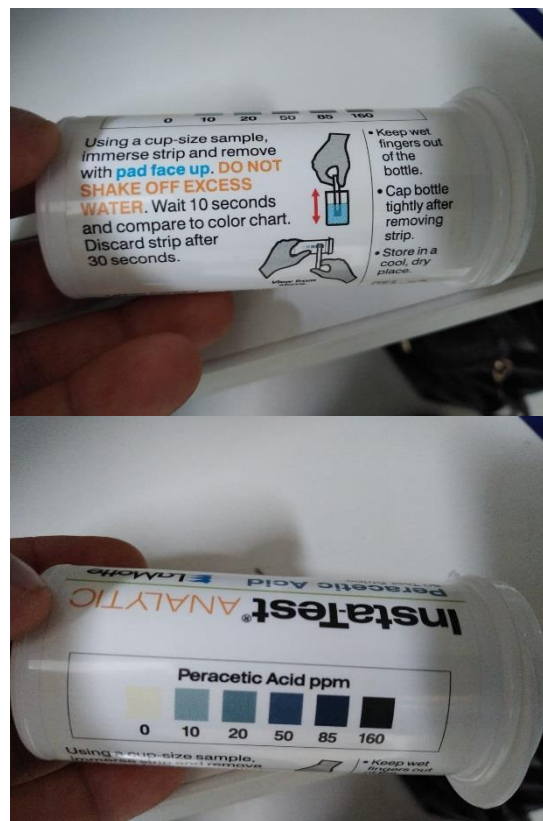


Figura 8: Test indicador de concentración de ácido peracético

Fuente: Elaboración propia