

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Comportamiento de Naranja “Valencia” a la Aplicación de Diferentes  
Sanitizantes en la Poscosecha

Por:

**JOSÉ ANTONIO CANCHOLA PÉREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Comportamiento de Naranja "Valencia" a la Aplicación de Diferentes  
Sanitizantes en Poscosecha

Por:

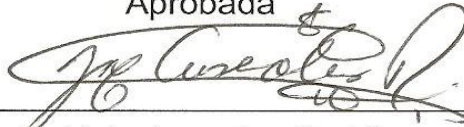
**JOSÉ ANTONIO CANCHOLA PÉREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

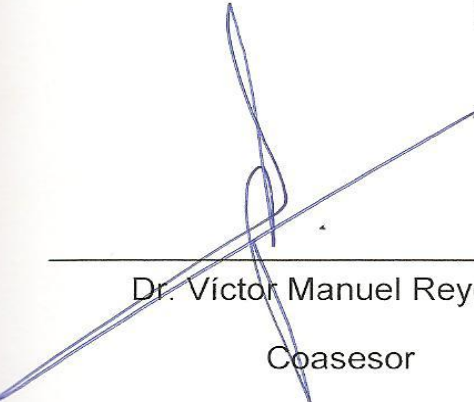
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada




Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez

Asesor Principal



Dr. Víctor Manuel Reyes Salas

Coasesor



Dr. Juan José Galván Luna

Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Comportamiento de Naranja “Valencia” a la Aplicación de  
Diferentes Sanitizantes en Poscosecha

TESIS

Por:

**JOSÉ ANTONIO CANCHOLA PÉREZ**

Participación en la ejecución técnica de este proyecto de investigación:

---

T.L.Q. María Guadalupe Pérez Ovalle

Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2014

## *AGRADECIMIENTOS*

Hace más de cuatro años que mi vida cambio por completo. Jamás había tenido la intención, ni la más profunda sensación de vivir solo, aquí en mi cuarto alejado de mis seres queridos. Quizás si hubiese sabido a todas las carencias que me enfrentaría y a los problemas que vendrían, jamás lo hubiera intentado. Con el paso del tiempo se aprende que la felicidad es gratis y fiel compañera de todos los días.

Finalmente ahora pude terminar este último escalón más en mi vida profesional con trabajo, esfuerzo y dedicación. Con grandes sacrificios y momentos difíciles a lo largo de toda mi carrera como estudiante: Mis más grandes agradecimientos a todos aquellos que de una manera u otra me apoyaron para alcanzar una meta más en mi vida.

**A Dios:** Por haberme dado la bendición de vivir y tener la motivación la confianza y principalmente lleno de salud. Además por estar a mi lado acompañándome, guiándome, protegiéndome de todo mal y por haberme dado una familia muy hermosa: con todo cariño, admiración y respeto. ¡Gracias!.

A mi “**Alma Terra Mater**” Por abrirme las puertas en dicha institución y haberme brindado la oportunidad de iniciar y haber culminado con mis estudios como todo un profesionalista.

**Al Departamento de Horticultura:** Por ser uno de los mejores de ésta institución y brindarme los conocimientos que he adquirido para ejercer mi carrera profesional. ME SIENTO ORGULLOSO POR SER Y FORMAR PARTE DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO Y SER UN BUITRE POR SIEMPRE.

Debo agradecer de manera especial y sincera a la **Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez** por aceptarme a realizar mi tesis bajo su dirección. Su apoyo y

confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas han sido un aporte que no tiene precio, las ideas propias han sido la clave del buen trabajo que realizamos juntos, el cual no se hubiera logrado sin su oportuna y valiosa participación **Muchas Gracias.**

Quiero expresar también mis más sinceros agradecimientos al **Dr. Juan José Galván Luna** por su importante aporte y participación activa en el desarrollo de esta tesis. Debo destacar su valiosa disposición y paciencia al momento de estar enriqueciendo el trabajo realizado **Gracias.**

Agradezco de manera especial al **Dr. Víctor Manuel Reyes Salas** por permitir que esta tesis se desarrollara bajo su supervisión. Agradezco también su amabilidad, disponibilidad y generosidad para compartir su experiencia y su amplio conocimiento sobre la elaboración de esta tesis, su colaboración fue de gran ayuda **Gracias.**

**T.L.Q. María Guadalupe Pérez Ovalle** Por toda su valiosa ayuda y aportación atinada en el manejo y procedimiento del experimento que se realizó en el laboratorio de poscosecha muy simpática y alegre para ayudarme **Gracias Lupita.**

**A los Profesores Investigadores de Horticultura:** Por todos esos momentos llenos de amistad y por haberme transmitido sus conocimientos gracias.

**A Mis Compañeros de la Generación de Horticultura** Gracias por haberme brindado y depositado su amistad que para mí fueron muy importantes siempre los llevare en mi corazón recordando esos momentos llenos de diversión y alegría.

**A mis amigos** Daniel Alonso, Augusto, Betty, Gaby, Consuelo, Doña Licha, Rubisel, Carlos, Romel, Rodrigo Ruiz, Cholo, Rubén, Kike, Luis David, Paisanito, Oscar, Veneno, Fermín, Piri, Johan, Juanjo, Wily, Jovin, José Alfredo, Canelo, Migue y a muchos más ya que no terminaría de

mencionarlos a todos en este momento gracias por apoyarme, escucharme y pasar momentos llenos de alegrías.

Y a todos mis compañeros que se quedaron en el camino, a los que desafortunadamente no les dieron la oportunidad de seguirme hasta aquí y a los que no llegaron a lograr su meta junto conmigo, les agradezco el haberme acompañado desde que iniciamos los estudios, gracias por todos esos momentos llenos de alegría y diversión.

## *DEDICATORIAS*

**A mis padres** Roberto Canchola Sánchez y María Pérez Rojas: Por haberme traído a este mundo, por haber estado ahí a mi lado apoyándome, corrigiéndome cuando más los he necesitado en las buenas y en las malas siempre estuvieron conmigo dándome sus mejores consejos para ser una persona de bien.

Porque aunque ya haya terminado mis estudios aun me siguen brindando su apoyo y su amor, para mí son un gran ejemplo de vida a seguir y esta educación fue la mejor de las herencias que jamás olvidare es por eso que les dedico este gran logro más en mi vida que antes para mí fue un sueño y ahora con su ayuda es un sueño hecho realidad.

**A mis hermanos** Elvia, Sergio Arturo, Rigoberto, Ana Laura, María Francisca, Martin, María Daniela que con su amor me han enseñado a salir adelante por apoyarme y alentándome en todos los momentos que hemos pasado desde que éranos pequeños los llevare en mi corazón por siempre LOS AMO MUCHO HERMANITOS.

**A mis Abuelos** Matías Canchola Mendoza (*f*), María Luz Sánchez Gutiérrez (*f*), Concepción Pérez Cuevas, María Francisca Rojas Medina por haberme dado las mejores de sus bendiciones, consejos y enseñanzas que para mí aun los llevo en mi corazón. Se los agradezco mucho.

**A mis tíos** Por haberme apoyado con sus mejores deseos que de alguna manera u otra influyeron en mi formación profesional.

**A mis primos (as)** Gracias por formar parte de mi formación profesional y por llenar de felicidad y alegrías los hogares de nuestros padres y familia.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>DEDICATORIAS</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	xii
<b>RESUMEN</b> .....	xiv
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. OBJETIVO .....	3
1.2. HIPÓTESIS.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1. Origen y distribución geográfica de los cítricos .....	4
2.2. Clasificación taxonómica de los cítricos .....	4
2.3. Importancia mundial de los cítricos .....	5
2.4. Cosecha y manejo de poscosecha de la naranja valencia.....	6
2.4.1. Índices de calidad.....	6
2.4.2. Temperatura optima.....	7
2.4.3. Humedad Relativa Óptima.....	8
2.4.4. Tasa de Respiración .....	8
2.4.5. Tasa de Producción de Etileno .....	9
2.4.6. Fisiopatías .....	9
2.4.7. Enfermedades.....	10
2.4.8. Inocuidad .....	10
2.5. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) .....	11
2.6. Buenas Prácticas de Manejo (BPM).....	11
2.7. Trazabilidad o Rastreabilidad .....	12
2.8. Políticas de inocuidad alimentaria en México .....	13
2.9. Manejo de poscosecha.....	15
2.10. Problemáticas en la poscosecha.....	16
2.11. Respiración .....	20
2.12. Traspiración .....	20



2.13.	Maduración .....	20
2.14.	Influencia del etileno .....	22
2.15.	Clasificación de las frutas .....	22
2.16.	Índices de calidad según su finalidad .....	24
2.17.	Encerado de frutas y hortalizas .....	25
2.18.	Métodos de conservación de frutas y hortalizas .....	25
2.18.1	Tratamientos físicos .....	25
2.18.2.	Refrigeración .....	25
2.18.3	Atmosfera controlada .....	26
2.18.4.	Irradiación UV-C .....	26
2.18.5.	Impulsos de luz .....	27
2.18.6.	Tratamientos químicos.....	27
2.18.7.	Tratamientos con fungicidas .....	27
2.18.8.	Agentes desinfectantes .....	28
2.18.9.	Tipos de desinfectantes.....	28
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>39</b>
3.1.	Ubicación del experimento.....	39
3.2.	Material vegetativo .....	39
3.3.	Descripción de los tratamientos .....	39
3.4.	Metodología experimental .....	40
3.5.	Variables evaluadas .....	42
3.6.	Diseño experimental.....	44
3.7.	Análisis estadístico .....	44
3.8.	Modelo estadístico.....	45
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>46</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>60</b>
<b>VI.</b>	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>61</b>
<b>VII.</b>	<b>APÉNDICE .....</b>	<b>67</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
<b>Figura 2.1.</b>	Morfología del fruto de la naranja.....	5
<b>Figura 2.2.</b>	Mecanismo por el cual las frutas y hortalizas se contaminan por la presencia de microorganismos patógenos.....	17
<b>Figura 2.3.</b>	Formula química del ácido Peracético.....	30
<b>Figura 2.4.</b>	Representación sobre la acción química del hipoclorito de sodio en el agua.....	37
<b>Figura 3.1.</b>	Procedimiento experimental. a) selección de frutos, b) etiquetado y marcado, c) ordenamiento en grupos de 6 de 40 frutos cada uno, d) elaboración de tratamientos, e) secado y almacenado de fruta, f) evaluación de color, firmeza y contenido de sólidos solubles, g) contenido de jugo y ácido cítrico, h) grado de infección en cámaras húmedas, i) aislamiento del hongo, j) representación microscópica del hongo, k) evaluación de vida de anaquel.....	41
<b>Figura 4.1.</b>	Comportamiento de la variable luminosidad ( $L^*$ ) a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.....	47
<b>Figura 4.2.</b>	Comportamiento de la variable cromaticidad ( $C^*$ ) a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.....	48
<b>Figura 4.3.</b>	Comportamiento de la variable ángulo de matiz ( $H^*$ ) a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.....	49
<b>Figura 4.4.</b>	Comportamiento de la variable firmeza a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.....	51
<b>Figura 4.5.</b>	Comportamiento de la variable contenido de sólidos solubles totales (SST) a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.....	52
<b>Figura 4.6.</b>	Comportamiento de la variable contenido de jugo presente en naranja valencia a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.....	54
<b>Figura 4.7.</b>	Comportamiento de la variable contenido de ácido cítrico a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.....	55

<b>Figura 4.8.</b>	Comportamiento de la variable grado de infección presente a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.....	56
<b>Figura 4.9.</b>	a) Fruto de naranja fuertemente infectado con <i>Geotrichum candidum</i> y b) Imagen al microscopio 100x de hifas del hongo.....	57
<b>Figura 5.0.</b>	Comportamiento de la variable vida de anaquel de frutos de naranja valencia por efecto de la aplicación de diferentes sanitizantes en poscosecha.....	58

## ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
<b>Cuadro 2.1.</b>	Clasificación y variedades de naranja en el mundo.....	5
<b>Cuadro 2.2.</b>	Principales países productores de naranja (toneladas) en el mundo.....	6
<b>Cuadro 2.3.</b>	Tasa de respiración de la naranja.....	9
<b>Cuadro 2.4.</b>	Clasificación de frutas climatéricas y no climatéricas.....	23
<b>Cuadro 2.5.</b>	Ventajas y desventajas del cloro como agente desinfectante.....	36
<b>Cuadro 2.6.</b>	Ventajas y desventajas del hipoclorito de sodio.....	38
<b>Cuadro 3.1.</b>	Descripción de tratamientos aplicados en el fruto de naranja Valencia.....	40
<b>Cuadro A.1.</b>	Valores medios de la variable luminosidad (L*) a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.....	67
<b>Cuadro A.2.</b>	Valores medios de la variable cromaticidad (C*) a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.....	67
<b>Cuadro A.3.</b>	Valores medios de la variable ángulo matiz (H*) a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.....	68
<b>Cuadro A.4.</b>	Valores medios de la variable firmeza en naranja valencia a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.....	68
<b>Cuadro A.5.</b>	Valores medios de la variable contenido de sólidos solubles totales a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.....	69
<b>Cuadro A.6.</b>	Valores medios de la variable contenido de jugo a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.....	69
<b>Cuadro A.7.</b>	Valores medios de la variable contenido de ácido cítrico a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.....	70
<b>Cuadro A.8.</b>	Valores medios de la variable vida de anaquel a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes	

	sanitizantes.....	70
<b>Cuadro A. 9.</b>	Comparación de dos proporciones en la variable grado de infección con cinco sanitizantes en la poscosecha de naranja valencia.....	71

## RESUMEN

Para asegurar la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas es necesario minimizar la contaminación de los productos con microorganismos patógenos que pueden afectar la salud del consumidor. Una de las estrategias que reducen las pérdidas de poscosecha es el lavado de los frutos con químicos. El más utilizado es el hipoclorito de sodio el cual es inestable y tiende a reaccionar con la materia orgánica generando compuestos indeseables. Por ello la industria de frutas y hortalizas busca remplazarlo con otros químicos más estables, económicos y amigables con el ambiente. Por lo anterior, el presente experimento consistió en probar cinco químicos o sanitizantes en la poscosecha de naranja valencia.

Los tratamientos utilizados en el experimento son testigo, jabón roma  $2 \text{ gr}\cdot\text{L}^{-1}$ , peróxido de hidrogeno al 1%, ácido peracético  $3.3 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ , Full Gro<sup>®</sup>  $1.5 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$  y hipoclorito de sodio 50 ppm.

Se encontró que los tratamientos no afectaron las variables color, firmeza, contenido de sólidos solubles totales, contenido de jugo y contenido de ácido cítrico en naranja valencia, pero afectaron el grado de infección y la vida de anaquel. Los frutos tratados con ácido peracético ( $3.3 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y colocados en cámaras húmedas presentaron el menor grado de infección (<30%) con el hongo *Geotrichum candidum*. En tanto que en condiciones de ambiente natural, los frutos con peróxido de hidrogeno (1%) lograron incrementar dos días la vida de anaquel comparado con el testigo absoluto y testigo comercial (hipoclorito de sodio) por lo que este compuesto es una alternativa al uso de los compuestos con cloro.

**Palabras clave:** *Geotrichum candidum*, inocuidad, cítricos, alternativas al cloro.

## I. INTRODUCCIÓN

La naranja (*Citrus sinensis* L.) ocupa dentro de los frutales el segundo lugar a nivel nacional con 333,555.13 hectáreas cosechadas, de las cuales el estado de Nuevo León cuenta con 25,450.65 hectáreas, ocupando el cuarto lugar, con una producción de 296,972.71 toneladas, de fruta (SIAP, 2010).

México se coloca en la quinta posición como productor de naranja en el mundo con 4.4 millones de toneladas, cifra que significó un récord en el 2008. Actualmente representa el 71.4% de la producción de cítricos en el país abarcando casi un tercio del total de áreas destinadas a la fruticultura y adquiere cada vez una mayor relevancia en la alimentación de la población nacional con un consumo per cápita al año de poco más de 26 kilogramos, principalmente en fruta fresca (SAGARPA, 2009).

Dentro de los cítricos, la naranja es la de mayor importancia por su superficie cultivada con el 64%, el limón con el 27%, las tangerinas con el 3%, la toronja con el 3% y la mandarina con el 3% (Consejo Citrícola Mexicano, 2006).

Las pérdidas en cantidad y calidad a la que los productos hortofrutícolas están expuestos entre el período de recolección y su consumo son muy importantes. El problema del deterioro se debe a que los productos hortofrutícolas son tejidos vivos que están sujetos a continuos cambios después de ser cosechados.

Durante el almacenamiento, las frutas y hortalizas continúan respirando, es decir consumiendo oxígeno ( $O_2$ ) y desprendiendo dióxido de carbono ( $CO_2$ ). La velocidad de deterioro es generalmente proporcional a la velocidad a la que transcurre la respiración del producto. Además, las frutas y hortalizas también transpiran, es decir pierden agua, lo cual produce pérdidas importantes por deshidratación (Pérez-Gago, 2008).

La contaminación superficial de frutas y hortalizas varía en número y tipo, dependiendo del producto y del manejo previo y posterior a la poscosecha, que dicho producto haya recibido. Muchos de estos microorganismos están asociados a partículas de tierra u otro tipo de suciedad adherida a la fruta, en cuyo caso la remoción es relativamente sencilla. Sin embargo existe flora asociada cuya remoción es difícil ya que se encuentran formando biofilms superficiales o están ocupando lugares poco accesibles como aberturas naturales o heridas.

Para asegurar la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas es necesario minimizar la contaminación de los productos con microorganismos patógenos que pueden afectar la salud del consumidor. A su vez, es de suma importancia, reducir al máximo el inóculo de patógenos vegetales que puedan afectar la calidad del producto durante el almacenamiento poscosecha.

Existen varios métodos para reducir la flora superficial de frutas y hortalizas, cada método tiene ventajas y desventajas dependiendo del tipo de producto y del proceso.

Cuando se evalúa la acción de un método desinfectante en general se determina la reducción de la carga microbiana alcanzada con el tratamiento (Garmendia, 2006).

La desinfección de ningún modo garantiza la eliminación de los microorganismos, más aun, un producto ya contaminado es prácticamente imposible reducir a la mínima expresión su carga microbiológica contenida en la superficie, por lo tanto el objetivo principal de la desinfección es evitar la introducción de más patógenos y de manera secundaria ayudar a reducir su carga contenida (CESAVEBC, 2013).



Los principales factores que pueden afectar la calidad de naranjo son el clima, el patrón, el cultivar, la densidad de plantación, la época de cosecha y el tipo de conservación (Aular y Rodríguez, 2007).

### **1.1. OBJETIVO**

Evaluar el comportamiento de la aplicación de cinco sanitizantes en la poscosecha de naranja valencia.

### **1.2. HIPÓTESIS**

$H_0$  Ninguno de los tratamientos a probar conservará la calidad y extenderá la vida de anaquel en la poscosecha de naranja valencia (*Citrus sinensis* L).

$H_a$  Al menos uno de los tratamientos con sanitizantes en poscosecha será útil para mantener la calidad e incrementar la vida de anaquel en la poscosecha en naranja valencia (*Citrus sinensis* L).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Origen y distribución geográfica de los cítricos

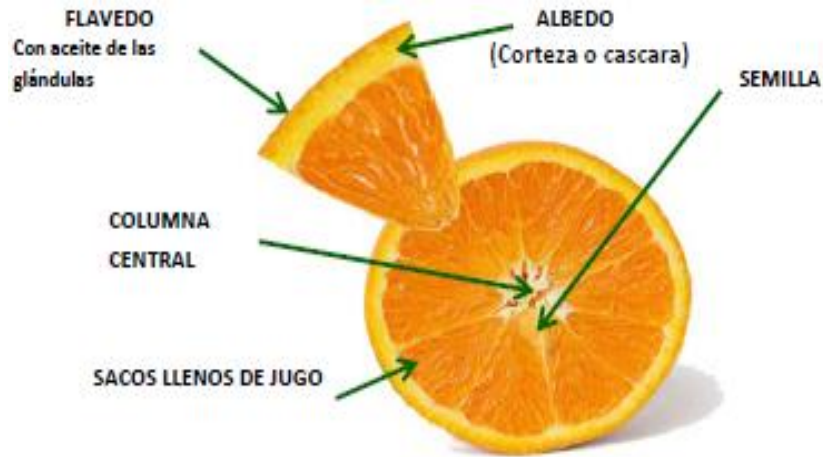
Los cítricos se originaron hace unos 20 millones de años en el sudeste asiático. Desde entonces hasta ahora han sufrido numerosas modificaciones debidas a la selección natural y a hibridaciones tanto naturales como producidas por el hombre.

La dispersión de los cítricos desde sus lugares de origen se debió fundamentalmente a los grandes movimientos migratorios: conquistas de Alejandro Magno, Expansión de Islam, Cruzadas y Descubrimiento de América etc.

Mutaciones espontáneas han dado origen a numerosas variedades de naranjas que actualmente conocemos.

### 2.2. Clasificación taxonómica de los cítricos

- Familia: Rutaceae
- Género: *Citrus*
- Especie: *Citrus sinensis* L.
- Porte: Reducido (6-10 m). Ramas poco vigorosas (casi tocan el suelo). Tronco corto.
- Hojas: Limbo grande, alas pequeñas y espinas no son muy acusadas.
- Flores: Ligeramente aromáticas, solas o agrupadas con o sin hojas. Los brotes con hojas (campaneros) son los que mayor cuajado y mejores frutos dan.
- Fruto: Es un hesperidio consta de exocarpo (flavedo; presenta vesículas que contienen aceites esenciales), mesocarpo (albedo; pomposo y de color blanco) y endocarpo (pulpa; presenta tricomas con jugo) (COVECA, 2011).



**Figura 2.1.** Morfología del fruto de la naranja.

En el **Cuadro 1** se observan las principales variedades de naranja a nivel mundial.

**Cuadro 2.1.** Clasificación y variedades de naranja en el mundo.

VARIEDADES DE NARANJA		
<b>NARANJAS</b>	<b>NAVEL</b>	Washington Navel, NavelCaracara, Navelina, Newhall, Navelate, Navellane late, Navel Powell.
	<b>BLANCAS</b>	Salustiana, Valencia late, Valencia Delta Seedles.
	<b>SANGRE</b>	Sanguinelli, Doble Fina, Entrefina.

### 2.3. Importancia mundial de los cítricos

En el 2008 el principal país productor de naranja fue Brasil, con el 37% de la producción mundial y una producción promedio de 18 millones de toneladas anuales, seguido de los Estados Unidos de América con el 15% del mercado y una producción de 9.1 millones de toneladas. México se encuentra en cuarto lugar mundial de producción de más de 4 millones de toneladas y una

participación del 9% en el mercado. El quinto, sexto y séptimo lugar corresponden a China, España e Italia, países que cuentan con una participación del 6%, 6% y 4% respectivamente (Cuadro 2.2).

En México, los principales estados productores en cuanto al volumen son: Veracruz, San Luis potosí y Tamaulipas, y con menor producción otros estados como: Sonora, Yucatán, Tabasco y Nuevo León, la variedad que predomina en la región es la variedad Valencia Tardía (Valencia Late), que se caracteriza por contener abundante jugo y es de excelente calidad (Escalante, 2009).

**Cuadro 2.2.** Principales países productores de naranja (toneladas) en el mundo.

PAISES	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Brasil</b>	17,853,443	18,032,313	18,685,000	18,389,752	18,340,240
<b>Estados Unidos</b>	8,393,270	8,166,480	7,357,000	9,138,980	8,280,780
<b>India</b>	3,314,000	3,435,200	4,266,900	4,396,700	D.N.D
<b>México</b>	4,112,711	4,156,907	4,298,715	4,306,633	D.N.D
<b>China</b>	2,740,931	2,806,225	3,172,910	3,454,125	4,054,125
<b>España</b>	2,376,230	3,397,011	2,740,300	3,367,000	2,779,600
<b>Italia</b>	2,261,404	2,346,071	2,197,304	2,527,453	2,478,200
<b>Egipto</b>	1,789,000	2,120,050	2,054,626	2,138,425	2,200,000
<b>Indonesia</b>	2,214,019	2,565,543	2,625,884	2,322,581	2,102,562
<b>República Islámica de Irán</b>	2,253,209	2,500,000	2,300,000	2,300,000	D.N.D

## 2.4. Cosecha y manejo de poscosecha de la naranja valencia

### 2.4.1. Índices de calidad

En naranja es deseable una relación de sólidos solubles/acidez de 8 o más y color amarillo-naranja en al menos 25% de la superficie del fruto o una

relación de sólidos solubles/acidez de 10 o más y color verde-amarillo en al menos 25% de la superficie del fruto. Además es importante lo siguiente:

- Intensidad y uniformidad de color
- Firmeza
- Tamaño
- Forma
- Suavidad de la cáscara
- Ausencia de pudriciones
- Libertad de defectos incluyendo daño físico (abrasión y magulladuras), defectos en la cáscara o descoloración, daño por congelamiento y daño de insectos.
- La calidad del sabor está relacionada a la relación de sólidos solubles/acidez y la ausencia de compuestos que producen sabores indeseables, incluyendo metabolitos producidos por fermentación.

#### **2.4.2. Temperatura optima**

Temperaturas de 25°C a 30°C se consideran óptimas para la actividad fotosintética y temperaturas de 35°C o superiores la reducen. La temperatura regula también el cuajado de las flores, valores térmicos entre 15°C y 20°C favorecen la producción de polen viable y el umbral de 13°C beneficia el desarrollo del tubo polínico, mientras que el crecimiento del fruto tiende a su máxima intensidad para temperaturas combinadas día/noche entre 20°C y 25°C, pero si éstas superan los 30°C tanto de día como de noche, el crecimiento de los frutos se reduce. Y conforme al color temperaturas por debajo de los 13°C provocan el cambio de color del fruto, mientras que su reverdecimiento se ha relacionado con altas temperaturas.

El factor limitante más importante es la temperatura mínima, ya que no tolera las inferiores a los -3°C. No tolera las heladas, ya que sufren tanto las flores y frutos como la vegetación, que pueden desaparecer totalmente. Presenta

escasa resistencia al frío (a los 3-5°C bajo cero la planta muere). Necesita temperaturas cálidas durante el verano para la correcta maduración de los frutos (INFOAGRO, 2010).

#### **2.4.3. Humedad Relativa Óptima**

Si queremos prolongar la vida poscosecha de cualquier producto fresco se deduce que debemos de tratar de controlar los procesos de respiración y transpiración. De este modo si vamos a ejercer un control sobre la transpiración será conveniente mantener el producto en un ambiente con humedad relativa alta, reduciendo de ese modo la pérdida de agua y ayudando a extender la vida de poscosecha.

La humedad relativa de la naranja óptima debe ser entre 90-95%.

#### **2.4.4. Tasa de Respiración**

La respiración es necesaria para la obtención de energía, pero parte de esa energía produce calor que debe ser disipado de alguna manera, o de lo contrario el producto se calentará, sobreviniendo la degradación de los tejidos y la muerte. En la etapa de crecimiento este calor es transmitido a la atmosfera, pero después de la cosecha y cuando el producto es empacado en un espacio confinado, la eliminación del calor puede dificultarse. La importancia de la disipación del calor del producto fresco reside en el hecho que la respiración consiste en una serie de reacciones catalizadas por enzimas, cuya velocidad aumenta al incrementar la temperatura. En consecuencia, una vez que el producto comienza a calentarse, se estimula aún más la respiración y el calentamiento y de este modo se vuelve muy difícil de controlar la temperatura del producto (FAO, 2014). La tasa respiratoria de la naranja se muestra en el **Cuadro 2.3**.

**Cuadro 2.3.** Tasa de respiración de la naranja.

Temperatura	5°C (41°F)	10°C (50°F)	15°C (59°F)	20°C (68°F)
mL CO <sub>2</sub> /kg·h	2-4	3-5	6-12	11-17

**2.4.5. Tasa de Producción de Etileno**

Este tratamiento no afecta la calidad interna (incluyendo relación sólidos solubles/acidez) pero puede acelerar el deterioro e incidencia de pudriciones. Además puede ser usado para desverdizar naranjas. Para la naranja se recomienda la tasa que se describe a continuación:

< 0.1 µL/kg·h a 20 °C (68°F)

**2.4.6. Fisiopatías**

- Daño por Congelamiento. los síntomas incluyen depresiones, mancha café y mayor incidencia de pudriciones. La temperatura mínima depende del cultivar, área de producción y estado de madurez a la cosecha. la severidad de los síntomas puede ser reducida si es minimizada la pérdida de agua (mediante encerado o envoltura) y si son controlados los hongos causantes de pudriciones (mediante fungicidas y/o antagonistas biológicos).
- Decaimiento del botón. Los síntomas incluyen la deshidratación y el daño de la cáscara alrededor del pedicelo debido a envejecimiento.
- Manchado de la cáscara. Este desorden resulta por sobremadurez en la cosecha. puede ser reducido por aplicaciones de precosecha de ácido giberélico, el cual retrasa la senescencia.
- Mancha de Aceite Oleocelosis. Cosechar y manejar naranjas muy turgentes puede resultar en la liberación de aceite que daña los tejidos circundantes. Por lo tanto, las naranjas no deberían ser cosechadas cuando se encuentran muy turgentes, temprano en la mañana o

inmediatamente después de lluvias o riegos, (UCDAVIS Postharvest Technology).

#### **2.4.7. Enfermedades**

Las pérdidas económicas ocasionadas por las patologías de poscosecha constituyen uno de los principales problemas del sector de los cítricos. La gran mayoría de los podridos parasitarios que se producen desde que los frutos son recolectados hasta que llegan al consumidor son debidos a hongos patógenos causantes de enfermedades conocidas habitualmente como podredumbres.

Las pérdidas provocadas por las enfermedades son muy variables y dependen del área productiva, la especie y el cultivar, la edad y condición de los árboles, las condiciones climatológicas durante toda la campaña, la época y la forma de recolección, el manejo de los frutos en poscosecha, las condiciones de almacenamiento y el mercado de destino (Palou, 2012).

Las principales enfermedades de poscosecha en naranja son:

- **Moho verde** (*Penicillium digitatum*).
- **Moho azul** (*Penicillium italicum*).
- **Pudrición terminal por phomopsis** (*Phomopsis citri*).
- **Pudrición terminal** (*Lasioidiplodiatheo bromae*).
- **Pudrición parda** (*Phytophthora citrophthora*).
- **Pudrición agria** (*Geotrichum candidum*).

#### **2.4.8. Inocuidad**

Es definida por la Real Academia de la Lengua Española como el carácter de ser inocuo o sea que no cause daño, aunque para algunos autores (Martínez *et al.*, 2005) podría ser evaluada en términos de un aceptable nivel de riesgo, es decir que al acceder a alimentos nutricionalmente adecuados o inocuos,



es decir con garantía de que los mismos no les causaran daño a la salud, cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso al que se destinen.

La inocuidad está asociada a todos los riesgos, ya sean crónicos o agudos debido a la presencia en ellos de patógenos microbianos, biotoxinas y/o contaminantes químicos o físicos que puedan afectar la salud de los consumidores (Arispe y Tapia, 2007).

En la actualidad, la inocuidad es indispensable para acceder a los mercados, entre más desarrollado sea un mercado, más exigente es en esta materia, pero también está dispuesto a pagar mejor. Una de las principales preocupaciones de los consumidores del mundo, en lo que alimentos se refiere, tiene que ver con la presencia de contaminantes naturales, residuos de plaguicidas y de fertilizantes... gérmenes sumamente patógenos, multiresistentes a las drogas (Escalante, 2008).

## **2.5. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)**

Las BPM son un conjunto de recomendaciones establecidas para asegurar un ambiente limpio y seguro para los trabajadores, así como para minimizar el potencial de contaminación, de los productos frescos. Las BPA incluyen métodos de cultivo, cosecha, selección, almacenamiento y transporte de productos agrícolas, desarrolladas y aplicadas para asegurar su buena condición sanitaria, mediante la reducción de los peligros de contaminación biológica, química y física.

## **2.6. Buenas Prácticas de Manejo (BPM)**

Las BPM son el conjunto de procedimientos, condiciones y controles que se aplican en las plantas de empaque, las cuales incluyen limpieza y desinfección de equipo, utensilios, instalaciones físicas y sanitarias, así como higiene y salud del personal, antes y durante dichos procesos con el objeto

de disminuir los riesgos de contaminación de los productos empacados (SAGARPA/SENASICA, 2006).

## **2.7. Trazabilidad o Rastreabilidad**

El concepto de trazabilidad o rastreabilidad lo define La Organización Internacional de Normalización (ISO 8402:1994) como la capacidad para rastrear los antecedentes, la aplicación o la ubicación de una entidad por medio de identificaciones registradas (Romero, 2007).

Para lograr esto, se requiere la elaboración de un registro general calendarizado; así como de cada actividad particular ejecutada durante todo el proceso productivo, desde la elección del campo hasta el expendio del producto final al consumidor. Sin embargo, para efecto de las BPA, hasta el transporte de la cosecha de la empacadora.

Estos registros, permiten conocer la historia del producto; y deberán realizarse para cada una de las fases del proceso productivo, debiendo indicar como mínimo:

- Labor específica realizada
- Lugar donde se realizó la labor
- Fecha
- Hora de inicio y término de la labor
- Nombre del(os) trabajador(es) que ejecutó la labor
- Insumos, materiales y equipos utilizados
- Condiciones ambientales
- Resultados
- Observaciones

La trazabilidad o rastreabilidad de un producto otorga transparencia y credibilidad a la cadena agroalimentaria, y coadyuva a garantizar su calidad e inocuidad; lo cual solo puede lograrse con la existencia de registros verificables (Berrocal, 2007).

## **2.8. Políticas de inocuidad alimentaria en México**

México por su situación geográfica, suelos y variedad agroclimáticas tiene una posición de ventaja ante otros países como país exportador a Norteamérica de frutas y hortalizas, que son productos frescos perecederos y frágiles implicando altos costos en tecnología de enfriamiento, comunicación y transporte. Esta situación ha provocado que se prevea un mayor dinamismo en el crecimiento de las exportaciones de frutas y hortalizas al mercado estadounidense en años futuros (Osuna *et al.*, 2011).

La SAGARPA, en respuesta a la necesidad de contar con un organismo regulatorio en materia de inocuidad alimentaria, creó el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). La función del SENASICA es establecer políticas, lineamientos, criterios, sistemas, estrategias, programas, proyectos, procedimientos y servicios que contribuyan a mejorar la condición sanitaria de los animales y la fauna acuática, sus productos y subproductos así como la inocuidad de los alimentos de origen animal, vegetal, acuícola y pesquero (Evaluación Alianza para el Campo, 2004).

Más tarde, el Consejo Técnico del SENASICA estableció el dicho sistema que fue integrado por la Comisión Federal de Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), el SENASICA, el Consejo Nacional de Inocuidad de Alimentos, y los Gobiernos Estatales.

En el 2002, se creó el “Programa de inocuidad de los alimentos (PIA)” con un esquema de ejecución nacional. Después en el 2003, con la publicación de Reglas de Operación de la Alianza para el campo, dicho esquema de

ejecución se convirtió en federalizado y dio origen al “Programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (PSIA)”, que tiene como objetivo: “materializar las políticas del Plan Sectorial orientadas a impulsar, fomentar y fortalecer las cadenas agroalimentarias y de pesca, apoyando la ejecución de programas sanitarios que tienen como finalidad favorecer las oportunidades de participación en el mercado de los productos agrícolas mexicanos” (SENASICA, 2008).

Existen en México alrededor de 25 normas obligatorias y voluntarias, las cuales regulan aspectos específicos para la disminución de los riesgos de contaminación química, física y biológica en la producción y manejo poscosecha de frutas y hortalizas frescas, emitidas por seis dependencias federales. Sin embargo se ha detectado que aún y cuando existe una excesiva regulación en el tema, existen también carencias para ejercer la obligatoriedad de dichos estándares, en parte debido a la falta de personal capacitado para su correcta interpretación y de los sistemas de calidad e inocuidad correspondientes (FAO, 2005).

Por último, el subprograma de Inocuidad Alimentaria es orientado a la promoción, fomento, capacitación y asistencia técnica de las BPA, Buenas Prácticas Pecuarias y Acuícolas (BPPA), BPM y POES, así como los apoyos de pruebas de diagnóstico y de análisis de contaminantes, insumos sanitarios, infraestructura y equipo que permita la implantación de las practicas mencionadas. Este subprograma contempla la certificación de la aplicación de las BPA y de las BPM en la producción y empaque de alimentos agrícolas, respectivamente. Sin embargo, la ausencia de normas oficiales con carácter de obligatoriedad que regulen la aplicación de las BPA y BPM en todo el territorio mexicano es una de las principales debilidades del subprograma (Evaluación Alianza para el campo, 2004).

## **2.9. Manejo de poscosecha**

La poscosecha es entendida como todas las operaciones que se realizan después de la cosecha de un producto buscando dar valor agregado o al menos disminuir las pérdidas en los procesos de manipulación transporte y almacenamiento (Castellano *et al.*,2005).

Blandón (2010), define el manejo de la poscosecha como el conjunto de operaciones y procedimientos tecnológicos tendientes no solo a movilizar el producto cosechado desde el productor hasta el consumidor, sino también y más que todo a proteger su integridad y preservar su calidad de acuerdo a su propio comportamiento y características físicas, químicas y biológicas durante todo su periodo de post recolección: cosecha, acopio local o en finca, lavado y limpieza, selección, clasificación empaque, embarque, transporte, desembarque y almacenamiento.

Las técnicas de poscosecha como el manipuleo y almacenamiento a medio y/o largo plazo, buscan reducir la tasa respiratoria de los productos cosechados a fin de preservar sus atributos de calidad, asegurando el abastecimiento de los mercados en épocas de escasez y la obtención de mejores precios para el productor. Todos los productores agrícolas son entes vivos y la función metabólica que los caracteriza es la respiración. Después de cosechados los productos agrícolas pasan a depender exclusivamente de las reservas acumuladas, y es a través del proceso de la respiración que las reservas son consumidas para la supervivencia del producto cosechado (Manrique, 2010).

Las frutas y hortalizas continúan viviendo después de la recolección, lo que se manifiesta en los fenómenos respiratorios y de transpiración, así como una serie de cambios como: pérdida de firmeza, variaciones de color, sabor, aroma, etc., que suceden como consecuencia de las reacciones bioquímicas que tiene lugar entre sus componentes.

Con el fin de intentar solventar estos problemas se están realizando investigaciones para poder mantener la calidad poscosecha de estos frutos, teniendo en cuenta las exigencias de los consumidores que demandan el uso de los tratamientos inocuos garantizando la seguridad de los productos desde el punto de vista del consumidor y del medio ambiente (Martínez y Romero, 2007).

El papel de la tecnología es esencial en las fases de producción, cosecha y poscosecha de un producto. La tecnología que se aplica a los procesos de productivos tiene como objetivo fundamental dar lugar a un producto de una determinada calidad, y todas las acciones colaterales realizadas se limitan a conservar, mantener y realzar/maximizar los atributos de la calidad el producto.

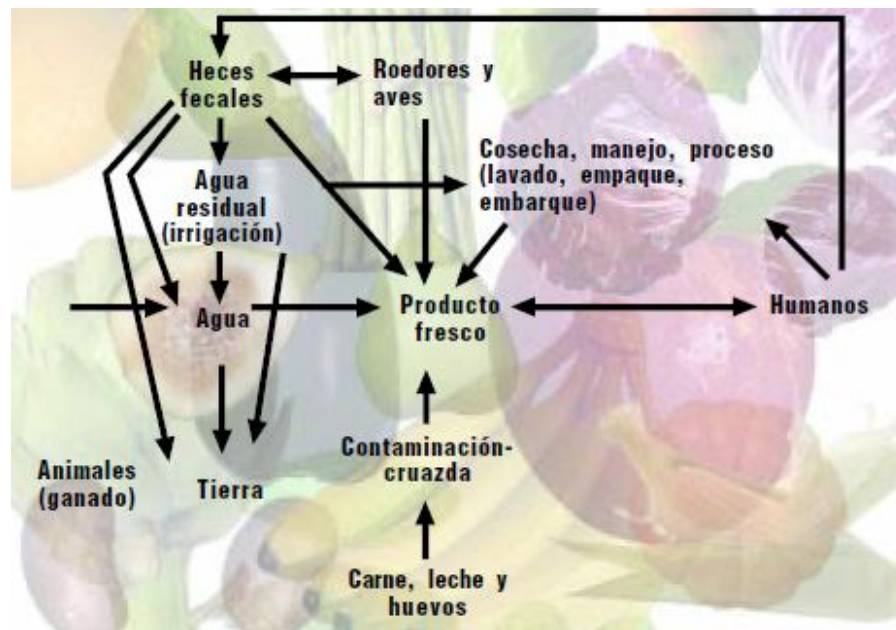
En respuesta a la necesidad de reducir los riesgos de contaminación asociados con la producción y comercialización de las frutas y hortalizas frescas, como mecanismo para generar mayores oportunidades de mercado, se han hecho grandes esfuerzos a todos los niveles gubernamentales y de la industria alimentaria para desarrollar y aplicar practicas seguras para el manejo de las frutas y hortalizas en toda la cadena alimentaria.

## **2.10. Problemáticas en la poscosecha**

Todas las frutas, hortalizas y raíces son partes de plantas que contienen de un 65% a un 95% de agua y cuyos procesos vitales continúan después de recolección. Su vida después de la cosecha depende del ritmo al que consumen sus reservas almacenadas de alimentos y del ritmo de pérdida de agua. Cuando se agotan las reservas de alimentos y de agua, el producto muere y se descompone. Cualquier factor que acelere el proceso puede hacer que el producto se vuelva incomedible antes de que llegue al consumidor (FAO, 2013).

Un factor determinante para disminuir las pérdidas poscosecha de frutas y hortalizas, es el proceso de desinfección; sin embargo, en muchos casos y particularmente en las áreas rurales, esta labor presenta dificultades debido a la ausencia de fuentes de agua de buena calidad en los centros de producción y/o poscosecha (Navia y Zambrana, 2010).

Existen muchos factores que contribuyen a la contaminación de frutas y hortalizas por microorganismos causantes de enfermedades en los humanos. Algunos de los factores que pueden considerarse de riesgo en la calidad microbiológica de los productos frescos son: el uso de agua de riego contaminada con heces fecales tanto de humanos como animales; uso de estiércol y materia orgánica no tratada adecuadamente; prácticas deficientes de desinfección; condiciones inapropiadas durante la cosecha y empaque; higiene deficiente de los trabajadores y el mal manejo durante el almacenamiento y transporte (Osuna *et al.*, 2011).



**Figura 2.2.** Mecanismo por el cual las frutas y hortalizas se contaminan por la presencia de microorganismos patógenos.

Las pérdidas, cantidad y calidad, a la que los productos hortofrutícolas están expuestos entre el período de recolección y su consumo son muy importantes. Se estima que las pérdidas en poscosecha de frutas frescas están entre un 5 y 25% en países desarrollados, y entre un 20 y un 50% en países en vías de desarrollo, dependiendo del tipo de producto. Para reducir estas pérdidas, es necesario entender: (1) los factores biológicos y medioambientales relacionados con su deterioro y (2) el uso de tecnologías poscosecha que retrasen la senescencia y mantengan la calidad del producto lo mejor posible.

El problema de deterioro se debe a que los productos hortofrutícolas son tejidos vivos que están sujetos a continuos cambios después de ser cosechados. Durante el almacenamiento, las frutas y hortalizas continúan respirando, es decir consumiendo ( $O_2$ ) y desprendiendo dióxido de carbono ( $CO_2$ ). La velocidad de deterioro es generalmente proporcional a la velocidad a la que transcurre la respiración del producto. Además, las frutas y hortalizas también transpiran, es decir pierden agua, lo cual produce pérdidas importantes por deshidratación.

Con el objetivo de reducir el proceso de senescencia se vienen utilizando el frío y el almacenamiento de los productos hortofrutícolas en ambientes de atmósfera controlada (CA) y/o atmósfera modificada (MAP). Muchas de las reacciones enzimáticas que tiene lugar durante el proceso de respiración aumentan exponencialmente al aumentar la temperatura. Toda reducción de la temperatura se traduce en un descenso de la velocidad de respiración y del proceso de maduración, así como del crecimiento microbiano. Sin embargo, los efectos de la reducción de la temperatura sobre los distintos factores fisiológicos no son uniformes y el uso de bajas temperaturas puede resultar en daños por frío en algunos frutos.

Las pérdidas por deshidratación son también muy importantes. Esta es debida al proceso de transpiración en el cual existe una transferencia de agua de células del fruto a la atmósfera que lo rodea. Por este motivo



aunque los productos se almacenen a la temperatura adecuada, si no se controla la humedad que les rodea habrá una migración de vapor de agua desde el fruto hacia el exterior.

Como alternativa a la solución de estos problemas, se han venido desarrollando en los últimos años nuevas técnicas de almacenamiento que hacen posible prolongar el tiempo de vida de estos productos. Una de estas técnicas es el uso de recubrimientos comestibles. Los recubrimientos comestibles se definen como productos comestibles que envuelven al producto, creando una barrera semipermeable a gases ( $O_2$  y  $CO_2$ ) y vapor de agua.

Estos recubrimientos también mejoran las propiedades mecánicas ayudando a mantener la integridad estructural del producto que recubren, a retener compuestos volátiles y también pueden llevar aditivos alimentarios (agentes antimicrobianos, antioxidantes, etc.). Cuando los frutos son cubiertos por películas comestibles, se crea una atmósfera modificada en el interior del fruto que reduce la velocidad de respiración y por tanto retrasa el proceso de senescencia del producto. Además, crean una barrera a la transferencia al vapor de agua retrasando el deterioro del producto hortofrutícola por deshidratación.

En general, los recubrimientos comestibles están compuestos de ceras naturales, polisacáridos y proteínas, formando un envase ideal desde el punto de vista medioambiental, puesto que son biodegradables y pueden ser consumidos con el producto. Además en el futuro, los recubrimientos comestibles podrían reducir la necesidad de refrigeración y el coste de almacenamiento (Pérez y Argundo, 2008).

Por su parte (Zapata y Rico, 2014). Considera algunos factores biológicos importantes que influyen en el deterioro de poscosecha de frutas y hortalizas.

### **2.11. Respiración**

Es un proceso metabólico fundamental en las frutas recolectadas.

Puede describirse como la degradación oxidativa de los productos más complejos, normalmente presentes en las células, como el almidón, los azúcares y los ácidos orgánicos a moléculas más simples como el bióxido de carbono y el agua.

Como en todos los seres vivos, se necesita de un suministro continuo de energía para realizar las reacciones metabólicas, siendo ésta suministrada por la respiración implicando la degradación de los tejidos.

### **2.12. Traspiración**

Es el proceso mediante el cual la fruta pierde agua en forma de vapor. Este es un proceso muy importante debido a que los frutos tienen unos altos contenidos de agua entre los 80 – 85%, y su pérdida se refleja en el marchitamiento.

La fruta pierde agua a través de los tejidos vivos en forma de vapor, tanto los que están unidos a la planta madre como los que han sido cosechados.

### **2.13. Maduración**

- La maduración es un proceso biológico que ocurre en un periodo de tiempo como parte del crecimiento y desarrollo de la fruta.
- Se produce sin que haya en muchos casos, un crecimiento en tamaño; es una transformación interna de la fruta.
- El fruto se transforma totalmente, pasando de ser simple, sin atractivo, no comestible a uno atractivo, de un alto sabor y aroma deseable para ser consumido.

La madurez es la última etapa dentro del proceso de maduración, es la fase en la cual el producto ha alcanzado un estado suficiente de desarrollo como para que después de la cosecha y el manejo de poscosecha, su calidad sea, por lo menos, la mínima aceptable por el consumidor.

Hay cuatro conceptos de madurez que son utilizados como propósitos comerciales:

### **1. Madurez Fisiológica**

Es el momento en que fisiológicamente todas las partes del fruto han alcanzado el máximo desarrollo y es sencilla para la reproducción.

En ocasiones la madurez de consumo se logra antes de la madurez fisiológica es el caso del mango.

### **2. Madurez de Cosecha**

Es aquella etapa fisiológica en el desarrollo de la fruta cuando se desprende del árbol y puede llegar a desarrollar madurez de consumo.

### **3. Madurez Comercial**

Es simplemente las condiciones de la fruta para un mercado. Generalmente no guarda relación con la madurez de consumo.

### **4. Madurez de Consumo**

Es aquel momento en el desarrollo del fruto, en que son completas y armónicas todas las características sensoriales propias de él, como sabor, color, aroma, textura, consistencia, etc.

Para frutos no climatéricos, la madurez de cosecha debe ser igual a muy cerca de la madurez de consumo.

## **2.14. Influencia del etileno**

El etileno ( $C_2H_4$ ), es un gas natural que es producido por las plantas en forma constante. Su concentración en los frutos es muy baja y aumenta ligeramente antes de iniciar el proceso de maduración.

Su producción aumenta cuando la planta está bajo mucho estrés. Es conocido como la hormona de la maduración, porque a pesar de que es producido en pequeñas cantidades, activa el proceso de maduración.

El etileno es utilizado para eliminar comercialmente el color verde de frutos no climatéricos, como es el caso de cítricos, los cuales en la mayoría de los casos, únicamente adquieren su color definitivo si se tratan con etileno, existen algunos mercados en los cuales se aceptan frutos no climatéricos madurados aunque su color externo sea verde, ya que como se mencionó anteriormente la aplicación de este se realiza con fines estéticos, es decir para lograr una mejor apariencia del producto (Calvo, 2005).

## **2.15. Clasificación de las frutas**

### **1. Climatéricas**

Son aquellas que tienen la capacidad de seguir madurando después de ser cosechados, debido a que presentan un rápido incremento en la variedad de respiración y desprendimiento de etileno después de cosechados.

Los frutos climatéricos requieren de un manejo especial a fin de evitar que el climaterio se active y lo lleve a la senescencia rápidamente perdiendo gran parte o la totalidad de su valor comercial.

### **2. No Climatéricos**

Los frutos no climatéricos, después de cosechados, no tienen la capacidad de continuar con los procesos fisiológicos de madurez; los

cambios que ocurren son cambios por degradación o por deshidratación.

Deben cosecharse lo más maduro que sea posible, es decir, casi o en su madurez de consumo. Estos productos después de cosechados reducen su velocidad respiratoria en forma constante hasta el final de su vida, cuando ya han agotado todas sus reservas.

**Cuadro 2.4.** Clasificación de frutas climatéricas y no climatéricas.

<b>FRUTOS CLIMATÉRICOS</b>	<b>FRUTOS NO CLIMATÉRICOS</b>
Aguacate	Cereza
Banano	Fresa
Higo	Granada
Ciruela	Limón
Durazno	<b>Naranja</b>
Granadilla	Mandarina
Guanábana	Marañón
Mango	Mora
Manzana	Pepino
Maracuyá	Pimentón
Melón	Piña
Papaya	Tomate de árbol
Pepino	Uva
Pera	Toronja
Pitajaya	
Plátano	
Tomate	
Zapote	
Níspero	
Guayaba	

## 2.16. Índices de calidad según su finalidad

1. **Calidad Comercial:** Se refiere a la presentación externa del producto como: Color, Tamaño, Forma, Ausencia de daños mecánicos y Daños causados por plagas y enfermedades.

Este factor es el que se toma en cuenta para la elaboración de las normas de calidad. El grado de madurez es un factor de gran importancia en la calidad comercial.

2. **Calidad Sensorial (Organoléptica):** Se refiere aquellas propiedades que afectan los sentidos del consumidor y que hacen que el fruto sea o no consumido. Ejemplo:

- Con el sentido del gusto, determinamos: Dulce, Ácido, Sólido, Amargo, Astringente (marroso).
- Con el sentido de la vista, determinamos: Color, Forma, Tamaño, Apariencia.
- Con el sentido del olfato, determinamos: Aromas.
- Con el sentido del tacto, determinamos: Consistencia (firme, blanda).

3. **Calidad Higiénica:** esta calidad representa la sanidad del producto. Se trata de las sustancias que están presentes sobre los frutos y que pueden ser perjudiciales en la salud. Estos agentes perjudiciales pueden ser microorganismos como bacterias, hongos, virus o la contaminación que puede provenir del suelo, las aguas, las excretas tanto humanas como de animales, los operarios y los quipos que se utilicen.

## **2.17. Encerado de frutas y hortalizas**

El objetivo del encerado es el de restablecer la cera natural de la corteza que se pierde cuando se lava la fruta.

La cera debe ser aplicada sobre la fruta seca totalmente, ya que cualquier residuo de agua que quede sobre la cascara, diluiría la capa de cera aplicada, reduciendo el brillo.

## **2.18. Métodos de conservación de frutas y hortalizas**

### **2.18.1 Tratamientos físicos**

El empleo de temperaturas bajas o refrigeración es el tratamiento físico más generalizado para disminuir el desarrollo de las pudriciones en poscosecha. También se incluyen dentro de este tipo de tratamiento el empleo de agua caliente, con el que se logra afectar las estructuras de patógenos tanto superficiales como las que se han logrado penetrar la cáscara. El agua caliente no es un tratamiento que se puede aplicar a todos los productos agrícolas, sino que es recomendable para algunos de ellos y para que no afecte al fruto pero si al patógeno, se deben de emplear las temperaturas específicas para cada variedad de producto y patógeno (Meléndez y Umaña, 2005).

### **2.18.2. Refrigeración**

Es la técnica comercial más adecuada con que se cuenta en la actualidad para prolongar la vida de las frutas y hortalizas después de la cosecha. La refrigeración de almacén tiene como objetivo eliminar el calor generado por la respiración de los productos almacenados y mantener una buena circulación del aire mediante la instalación de ventiladores, así como, eliminar el calor que penetre en el local a través de sus paredes.

### **2.18.3 Atmosfera controlada**

Es una técnica frigorífica de conservación en la que se interviene modificando la composición gaseosa de la atmósfera en una cámara en frigoconservación, en la que se realiza un control de regulación de las variables físicas del ambiente (temperatura, humedad y circulación del aire). Se entiende como atmósfera controlada (AC) la conservación de un producto hortofrutícola, generalmente, en una atmósfera empobrecida en oxígeno (O<sub>2</sub>) y enriquecida en carbónico (CO<sub>2</sub>). En este caso la composición del aire se ajusta de forma precisa a los requerimientos del producto envasado, manteniéndose constante durante todo el proceso (López, 2007).

### **2.18.4. Irradiación UV-C**

La irradiación ultravioleta tipo C se emplea como desinfectante en frutos y hortalizas frescos, porque es un tratamiento que no deja residuos y no genera cambios indeseables en las características sensoriales y nutritivas del producto. La efectividad del tratamiento de irradiación con UV-C depende de muchos factores, como la dosis administrada, la fuente de luz, la especie y el cultivar, entre otros. Al tomar en cuenta que algunas respuestas naturales de defensa inducida por UV-C proporcionan un valor nutricional agregado al alimento, se requiere profundizar sobre cambios en el metabolismo del producto, como son síntesis de compuestos fenólicos, antioxidantes y antisenescentes, a partir de los efectos visibles en la maduración y calidad organoléptica.

Las aplicaciones potenciales de esta tecnología incluyen el retraso de la maduración durante el almacenamiento, reducción de desórdenes fisiológicos, y aumento de fitoalexinas, antioxidantes o vitaminas. El tratamiento de UV-C podría considerarse como una herramienta complementaria a la refrigeración y al envasado para conservar la calidad organoléptica y nutricional. Y aumentara la comercialización de alimentos mínimamente procesados (Rivera *et al.*, 2007).



#### **2.18.5. Impulsos de luz**

Los pulsos de luz constituyen una nueva y prometedora tecnología para la obtención de productos más seguros, de mejor calidad y con una vida útil más prolongada. Esta tecnología conlleva el uso de pulsos intensos de amplio espectro de emisión y corta duración. Su alta eficacia puede ser atribuida a su rico contenido de luz UV, su corta duración y su alto pico de potencia. Los pulsos de luz han sido probados con éxito para la inactivación de microorganismos presentes sobre distintas superficies, en aire, agua y en alimentos (hortalizas, productos de panadería, de la pesca, lácteos,...). A pesar de que la tecnología de pulsos de luz se ha centrado principalmente en la descontaminación de patógenos, la reducción de contaminantes de origen químico parece ser otra posible aplicación de esta tecnología (Baranda *et al.*, 2011).

#### **2.18.6. Tratamientos químicos**

La tendencia actual es a utilizar el mínimo de tratamientos químicos en poscosecha. Si por el tipo de cultivo, solicitud del cliente, plagas y riesgo es obligado el empleo de una sustancia o tratamiento para asegurar el mantenimiento de una buena calidad del producto.

#### **2.18.7. Tratamientos con fungicidas**

Para la aplicación en poscosecha de fungicidas se deben considerar únicamente a aquellos autorizados y se deben aplicar en las condiciones en las que fueron homologados (dosis, métodos de aplicación) para cada producto. Existen pocas posibilidades de transformación de los plaguicidas antes de que lleguen al consumidor final y pocas probabilidades de descomposición o lavado, por lo que las dosis que se deben aplicar deben de ser muy exactas para que al final el producto agrícola llegue con los límites de residuos permitidos por los mercados (Meléndez y Umaña, 2005).

### **2.18.8. Agentes desinfectantes**

La desinfección, higienización o sanitización consiste en la reducción de los microorganismos presentes en el medio ambiente, por medio de agentes químicos y/o físicos, hasta un nivel en que no se comprometa la inocuidad del alimento. El agua es el principal agente de limpieza que se utiliza, pero se debe tener especial cuidado que no esté contaminada y las temperaturas en que se utiliza, ya que pueden propiciar condiciones para el desarrollo de los microorganismos (Osuna *et al.*, 2011).

Un agente químico se aplica a materiales no vivos para eliminar microorganismos. El desinfectante ideal debe destruir rápidamente bacterias, hongos, virus y protozoos, no debe correr el material sobre el que se le aplica ni provocar decoloraciones. Tanto los desinfectantes como los antisépticos son germicidas (Betelgeux, 2013).

Existen muchas sustancias desinfectantes como el alcohol, el agua oxigenada, las formalinas, el amonio cuaternario, los fenoles, el cloro, los iodóforos y los glutaraldehídos. Cada uno tiene diferentes niveles de desinfección, corrosividad, efecto residual, se inactivan por microorganismos, irritabilidad y toxicidad; por lo que es importante valorar la efectividad del desinfectante con respecto al principal problema que se quiere reducir al nivel de inocuidad (Osuna *et al.*, 2011).

### **2.18.9. Tipos de desinfectantes**

- **Compuestos del oxígeno activo**
  - **Peróxido de hidrogeno.** Es una solución acuosa debidamente estabilizada, desarrollada mediante una tecnología oxidativa limpia. De ahí su poder oxidante. Esta especialmente indicada para la destrucción de compuestos orgánicos no biodegradables. Con ello se asegura la calidad e inocuidad de frutas y hortalizas al

minimizar la contaminación de los productos con microorganismos patógenos que puedan afectar a la salud del consumidor.

Partiendo de que es un principio biodegradable y que no genera residuos, presenta una alta estabilidad y eficacia en un amplio rango de pH y temperatura. Es eficaz en la degradación de la materia orgánica. No es corrosivo a las dosis de uso/aplicación. Garantiza la higiene y desinfección de frutas y hortalizas sometidas al proceso de lavado en el túnel de la central hortofrutícola, eliminando o destruyendo los microorganismos, patógenos o no, presentes en las superficies. Ello prevé la aparición de enfermedades fúngicas o bacterianas que alteren los productos, reduciéndose las incidencias por pudriciones y, por tanto, alargando la vida poscosecha. Además, no altera las propiedades organolépticas de los frutos ni su consistencia.

Existen otras alternativas al uso del peróxido de hidrogeno / Agua Oxigenada. Sin embargo, no siempre son legales o convenientes. La cloración, por ejemplo, es el método habitualmente utilizado. Se sabe que una serie de factores (por ejemplo pH, temperatura y presencia de materia orgánica) alteran su espectro de actividad y, por tanto, su eficacia.

El peróxido de hidrogeno / agua oxigenada es un potente oxidante, con unos productos de descomposición tales como oxígeno y agua, inocuos para el medio ambiente y las personas. Por el contrario, el uso de hipoclorito sódico o lejía comercial genera vapores de cloro y trihalometanos (este último considerado cancerígeno).

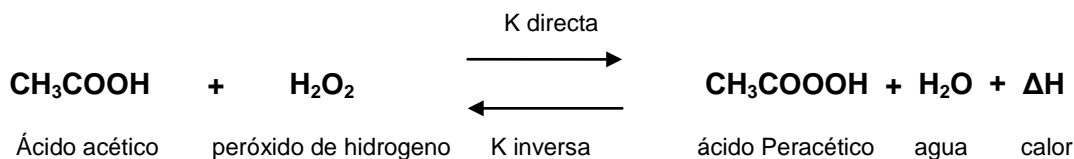
No todos los sanitizantes están autorizados para ello. El producto debe contar con autorización – Norma UNE-EN 902:2000 en cumplimiento del R.D 140/2003, por el que se establece los

criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano y de la Orden SAS-1915-2009, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano (Martínez y Sicilia, 2010).

La descomposición del peróxido de hidrogeno en productos inocuos para el medio ambiente y las personas es una de las ventajas de la utilización de este producto. Por ello, se considera un producto adecuado e idóneo para garantizar la higiene y desinfección de frutas y hortalizas en los procesos de lavado de las centrales hortofrutícolas, eliminando o destruyendo los microorganismos, presentes en las superficies (CEBE Agricultura, 2011).

○ **El ácido Peracético (APA)**

El ácido Peracético (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub>) es una mezcla de ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) y peróxido de hidrogeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) en soluciones acuosas. Es un líquido brillante, sin color con olor punzante característico y un pH de valor de 2.8. Como se muestra en la Figura (2.3) el ácido Peracético se produce mediante la reacción de peróxido de hidrogeno con ácido acético (Lenntech, 2013a).



**Figura 2.3.** Formula química del ácido Peracético.

La solución de APA es producida en la relación de ácido acético o anhídrido acético con peróxido de hidrogeno en presencia de

ácido sulfúrico que actúa como catalizador. El APA es un agente sanitizante que no reacciona con las proteínas para reducir compuestos tóxicos o carcinogénicos y los únicos productos de su descomposición reportados, han sido ácido acético y oxígeno. El APA tiene buenas propiedades antimicrobianas a bajas temperaturas en el rango de pH de 3 a 7.5 (Van de Velde *et al.*, 2010).

El ácido Peracético también se puede producir mediante la oxidación de acetaldehído. Normalmente se produce en concentración de entre 5 a 15% (Lenntech, 2013b).

Es un fuerte oxidante, comercialmente se consigue como una mezcla de ácido Peracético y peróxido de hidrogeno. Los productos de reacción con materia orgánica son ácido acético y oxígeno, los cuales no son tóxicos (Garmendia y Meléndez, 2006).

Este actúa de una manera similar a la de los clorógenos, es decir, con un amplio poder oxidante, pero, a diferencia de los primeros, su acción es mucho menos corrosiva, posee un mayor espectro de acción y es efectivo en presencia de materia orgánica y de aguas duras. Asimismo, el ácido Peracético no afecta al medio ambiente y se descompone en poco tiempo dejando como residuo agua, oxígeno y ácido acético. Además, por requerir bajas concentraciones su costo es moderado. El APA no mancha y si se almacena concentrado resulta estable durante largo tiempo (Kyanko *et al.*, 2010).

Su actividad se mantiene en un amplio rango de pH, disminuyendo en forma importante por encima de pH 9, su acción antimicrobiana se basa en su capacidad oxidante. Se plantea que los grupos sulfhidrilo en proteínas, enzimas y otros metabolitos son oxidados. De esta forma se pierde la funcionalidad de muchas de estas

macromoléculas, lo cual trae como consecuencia la ruptura celular por pérdida de funcionalidad de la membrana citoplasmática (Garmendia y Méndez, 2006).

- **Compuestos amónicos cuaternarios (Quats)**

Este conjunto de compuestos (conocidos como “quats”) representan una familia de compuestos antimicrobianos en los cuales las cuatro valencias del átomo de nitrógeno están ocupadas por grupos tipo alquilo de complejidad variable. Son solubles en agua y en alcohol y poseen propiedades tensoactivas.

Los compuestos de amonio cuaternario actúan a nivel de la superficie celular, incrementando la permeabilidad de la membrana con la consecuente pérdida de los componentes citoplasmáticos. El espectro de la actividad de estos productos es bastante elevado frente a bacterias y hongos, pero escaso frente a virus y esporas.

Es necesario remarcar que hay microorganismos, como pseudomonas, que en algunos amonios cuaternarios encuentran un medio de cultivo en el que se multiplican perfectamente. Esta bacteria puede crecer, por ejemplo, en cloruro de benzalconio que, utilizado como desinfectante de superficies, ha sido la causa de inesperadas infecciones en hospitales.

Los compuestos de amonio cuaternario son inactivos frente a las aguas duras, por lo que no deben utilizarse para desinfectar el agua de los sifones de vaciado, rica en sales (Solé *et al.*, 2005).

Son sales con acción anfótera, que no poseen color, ni olor, ni sabor. Son agentes desinfectantes que por su acción detergente rompen la membrana citoplasmática debido a que disuelven las capas lipídicas, además desnaturalizan las proteínas.

Los amonios cuaternarios son ampliamente utilizados en desinfección de instrumentos y desinfección de ambientes en general. La limitación de estos productos es que no son esporicidas y su efecto puede ser neutralizado por otros compuestos, como jabones, detergentes aniónicos, y en menor cantidad por materia orgánica.

Los compuestos de amonio cuaternario representan una familia de compuestos antimicrobianos, considerados como agentes activos catiónicos potentes en cuanto a su actividad desinfectante, ya que son activos para eliminar bacterias Gran positivas y Gran negativas, aunque éstas últimas en menor grado. Son bactericidas, fungicidas y virucidas. Su actividad la desarrollan tanto sobre el medio ácido como alcalino, aunque en éste último muestra mejores acciones. Sus compatibles con tensoactivos catiónicos, no iónicos y anfotéricos.

Son generalmente incoloros o amarillentos, no irritantes y desodorantes. Tienen como estructura básica al ión amonio ( $\text{NH}_4$ ), la cual al ser modificada, da lugar a diferentes generaciones (Castro, 2013).

Son surfactantes catiónicos utilizados para la desinfección de paredes, suelos equipos y superficies en contacto con los alimentos en las plantas de procesamiento de frutas y hortalizas. En el caso de los alimentos la FDA no aprueba su uso, a menos que el producto sea pelado antes de su consumo (FDA, 2001).

- **Full Gro<sup>®</sup> (sanitizante líquido de amplio espectro)**

Es un complejo bacteriostático, el cual es un poderoso aliado para el desarrollo de frutos de gran valor y gran calidad, mejorando además su vida de anaquel. Es un desinfectante y sanitizante, germicida de amplio espectro. Se puede utilizar como preventivo dentro de cualquier aplicación foliar.

Es una combinación de sales cuaternarias de amonio de segunda y cuarta generación de doble cadena que potencializan su actividad bactericida, viricida, fungicida, alguicida, nematocida y sanitizante. Estos compuestos son generalmente los más eficaces contra bacterias en gamas alcalinas de pH. Se cargan y enlazan positivamente a los sitios negativamente cargados en la pared bacteriana de la célula. Estos enlaces electrostáticos causarán en las bacterias tensiones en la pared de la célula y daño al flujo normal de compuestos que sostienen la vida a través de la pared de la célula, paralizándolas y disminuyendo su permeabilidad. Es biodegradable en un periodo mayor a 3 semanas, por lo que no causa daños a los seres vivos ni a la naturaleza. No es corrosivo de metales, actúa dentro de un rango de soluciones que tengan un pH entre 3 y 11, y pueden aplicarse en periodos de 15 y 21 días en los cultivos manejando dosis previas (dosis bajas).

Favorece los procesos enzimáticos de la planta a través de mejorar la resistencia a las enfermedades, prolonga la vida anaquel en fruto, así como su resistencia al manejo y transporte post-cosecha. Puede combinarse con la mayoría de los agroquímicos, para potencializar sus resultados.

Se recomienda para lavado de frutas post-cosecha de 1 a 3.5 ml·L<sup>-1</sup> de agua y lavado de legumbres post-cosecha de 0.75 a 1.5 ml·L<sup>-1</sup> de agua (Agroscience, 2011).

- **Compuestos clorados**

En la actualidad, la cloración es una de las opciones de la química pocas disponibles para ayudar a controlar las enfermedades de poscosecha. Cuando se utiliza en conexión con otras prácticas adecuadas de manejo poscosecha, la cloración es eficaz y relativamente barato. Se plantea poca amenaza para la salud o el medio ambiente. Esta publicación ha sido elaborada para dar a conocer los productores, empacadores y transportistas con el uso adecuado de cloración (Bae, 2013).



El cloro es el desinfectante más utilizado en la industria alimentaria. Debido a su bajo costo, se ha utilizado ampliamente para desinfección de superficies en contacto con alimentos y también para reducir la carga microbiana del agua utilizada en diferentes operaciones. En general se utilizan soluciones acuosas de hipocloritos o de cloro gas. Cuando el cloro se disuelve en agua se forma ácido hipocloroso y ácido clorhídrico estableciéndose un equilibrio entre las distintas sustancias (Garmendia y Méndez, 2006).

El cloro en su forma elemental es un gas amarillo-verdoso formado por moléculas diatómicas, Cl<sub>2</sub>, unas 2.5 veces más pesado que el aire, de olor desagradable y venenoso. Sin embargo la industria química lo ofrece combinado con otros elementos y en una amplia variedad de presentaciones gracias a su facilidad para combinarse con casi todos los elementos (CESAVEBC, 2013).

El cloro libre es muy reactivo, que combina con cualquier producto químico que va a reaccionar con el oxígeno, y nunca se encuentra en la naturaleza sin combinar. El cloro en forma gaseosa es un desinfectante muy potente, aunque rara vez se usa en esa forma. Es mucho más seguro y más fácil de usar cuando se disuelve en agua. Desinfección de productos por medio de cloro o algún otro producto químico casi siempre se realiza durante hidrogenofriamiento o durante el proceso de lavado de los productos para eliminar la suciedad. El cloro para la desinfección se puede obtener de una de tres fuentes: de gas cloro a presión, hipoclorito de calcio (un sólido soluble), o una solución de hipoclorito de sodio.

El cloro tiene una afinidad particular por las partículas del suelo y la materia orgánica. Cloración productos sucios por lo tanto reduce el suministro de cloro mucho más rápido que los productos relativamente limpio. La cantidad de cloro disminuye constantemente con reacción de cloración. El más materia orgánica (como la fruta, las hojas, o el suelo) en el tanque, el cloro más se perderá. Como resultado, el nivel de cloro debe ser controlado y

regulado por hora, especialmente cuando las cargas grandes de producto se están procesando.

La efectividad de cloración depende de gran medida de la longitud del tiempo que se expone el producto a la solución de cloro. Caídas rápidas son mucho menos eficaces que exposiciones más largas. Sin embargo, la mayor parte de la acción desinfectante de cloro se lleva a cabo dentro de los primeros minutos de exposición. La exposición prolongada a las soluciones de cloro fuertes ha sido conocido por causar superficie de blanqueo (Bae, 2013). El Cuadro 2.5 muestra las ventajas y desventajas del cloro como agente desinfectante.

**Cuadro 2.5.** Ventajas y desventajas del cloro como agente desinfectante.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Relativamente barato	Inestable durante el almacenamiento
Acción rápida	Afectado por el contenido de materia orgánica (pérdida del efecto germicida)
Amplia acción contra muchos microorganismos	Los virus tienden a ser resistentes
Incoloro	Corrosivo
Fácil preparación y uso	La eficacia desciende cuando aumenta el pH de la solución
Fácil determinar la concentración	Tóxico a altos niveles

Dentro de los compuestos de cloro el hipoclorito de sodio es un compuesto que puede ser utilizado para desinfección del agua. Se usa a gran escala para la purificación de superficies, blanqueamiento, eliminación de olores y desinfección del agua.

El hipoclorito de sodio es una solución clara de ligero amarillamiento y un olor característico. El hipoclorito de sodio tiene una densidad relativa de 1,1 (5,5% solución acuosa). Como agente blanqueante de uso doméstico

normalmente contiene 5% de hipoclorito de sodio (con un pH de alrededor de 11, es irritante). Si está a mayor concentración, contiene un 10 a 15% de hipoclorito de sodio (con un pH alrededor de 13, se quema y es corrosivo) (Lenntech, 2013b).

Contiene el cloro en estado de oxidación y por lo tanto es un oxidante fuerte pero económico. Es un líquido amarillo-verdoso, y comúnmente lo encontramos en concentraciones de 5.25% y 12.75. Es obtenido a partir de la absorción del gas cloro en una solución de sosa cáustica. Se utiliza más en operaciones a pequeña escala o en sistemas de clorinación automatizados. Su costo es un poco mayor que el hipoclorito de calcio.

La adición constante de sodio en sistemas donde se recircula el agua puede dañar a productos sensibles a este. El hipoclorito de sodio es inestable se evapora a razón de 0,75 gramos de cloro activo por día desde la solución original.

Eso también ocurre cuando el hipoclorito de sodio se contacta con ácidos, la luz del día, ciertos metales y venenos así como gases corrosivos, incluyendo el gas de cloro. Su adición incrementa el nivel de pH en el agua arriba de los 7.5 (CESAVEBC, 2013).



**Figura 2.4.** Representación sobre la acción química del hipoclorito de sodio en el agua.

Actualmente existe una tendencia a la eliminación del cloro de los procesos de desinfección (Ólmez y Kretzschmar, 2008).

El hipoclorito de sodio se puede utilizar de dos maneras:

- Mediante la disolución de sales de agua blanda, generado una solución salina. La solución es electrolizada y genera una solución de hipoclorito de sodio en agua. Esta solución contiene 150 gr de cloro activo por litro. Durante la reacción se genera hidrogeno gas explosivo.
- Mediante la acción de cloro gas (Cl<sub>2</sub>) a soda acústica (NaOH). Cuando se hace esto, el hipoclorito de sodio, agua y sal se producen de acuerdo a la siguiente reacción:  $Cl_2 + 2NaOH + H_2O \longrightarrow NaClO + NaClO + H_2O$ .

**Cuadro 2.6.** Ventajas y desventajas del hipoclorito de sodio.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Puede ser fácilmente transportado y almacenado cuando se produce el sitio. El almacenamiento y transporte del hipoclorito de sodio es seguro.	Hipoclorito de sodio es una sustancia peligrosa y corrosiva.
El hipoclorito de sodio es tan efectivo como el gas cloro para la desinfección.	Cuando se trabaja con hipoclorito de sodio, se deben tomar medidas de seguridad para proteger a los trabajadores y al medio ambiente.
El hipoclorito de sodio produce desinfección residual.	El hipoclorito de sodio no debería entrar en contacto con el aire, porque provoca su desintegración.

Existen valores límites de exposición al hipoclorito de sodio. La exposición al hipoclorito de sodio tiene varios efectos. La exposición se genera normalmente por la inhalación de aerosoles, que produce tos y dolor de garganta. Si se traga el hipoclorito de sodio provoca dolor de estómago, sensación de quemazón, tos, diarrea, dolor de garganta y vómitos. En los ojos y en la piel causa enrojecimiento y daños. Después de una exposición prolongada, la piel se vuelve sensible. El hipoclorito de sodio es venenoso para los organismos existentes en el agua. Es un mutágeno muy toxico cuando se combina con sales de amonio (Lenntech, 2013b).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del experimento

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Poscosecha ubicado en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” que se sitúa al sur de la ciudad en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México comprendido entre las coordenadas geográficas 101° 1´ 33’’ de longitud Oeste y 25° 20´ 57’’ latitud Norte del meridiano de Greenwich, con una altitud de 1743 m.s.n.m.

#### 3.2. Material vegetativo

Se utilizó en el experimento naranja valencia (*Citrus sinensis* L.) el cual fue adquirido en la Central de Abastos de la Ciudad de Saltillo, Coahuila donde se tuvo la precaución de buscar aquellos frutos de mejor calidad y sin tratamiento alguno con algún químico.

#### 3.3. Descripción de los tratamientos

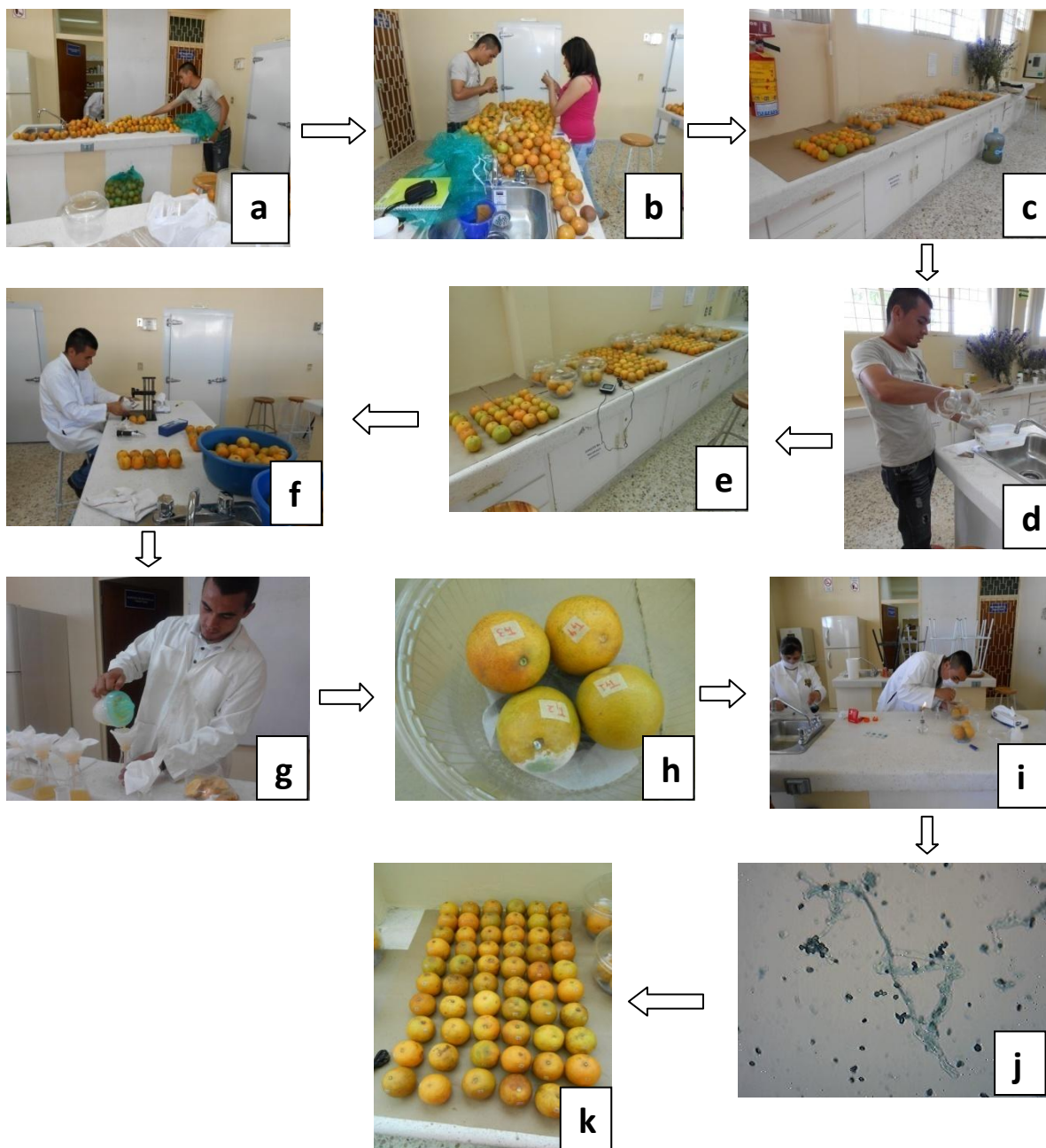
Los tratamientos utilizados se elaboraron de cinco diferentes sanitizantes además un testigo absoluto como se observa en el **Cuadro 3.1.**

**Cuadro 3.1.** Descripción de tratamientos aplicados en el fruto de la naranja valencia.

<b>Número de tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Testigo absoluto
<b>2</b>	Jabón roma 2 gr·L <sup>-1</sup>
<b>3</b>	Peróxido de hidrogeno al 1%
<b>4</b>	Ácido Peracético 3.3 ml·L <sup>-1</sup>
<b>5</b>	Full-Gro 1.5 ml·L <sup>-1</sup>
<b>6</b>	Hipoclorito de sodio 50 ppm

#### **3.4. Metodología experimental**

El día 24 de mayo del 2013 se obtuvieron y seleccionaron 240 frutos que no presentaran ningún daño físico, daño biológico y sin tratamiento alguno con algún químico. Después se etiquetaron y se marcaron con la ayuda de un plumón y cinta masking tape, posteriormente se ordenaron en seis grupos de 40 naranjas cada uno. Luego se realizaron las preparaciones de cada tratamiento a aplicar, los tratamientos se trataron por inmersión con una duración de 10 segundos. Seguidamente se dejaron secar y almacenar en las mesas del laboratorio, finalmente se realizó la evaluación de las variables, donde permanecieron a una temperatura ambiente promedio de 25.3°C. Y a una humedad relativa promedio de 39% durante 13 días. En este periodo se realizaron 3 evaluaciones, a los 5, 7 y 11 días después de la cosecha.



**Figura 3.1.** Procedimiento experimental. a) selección de frutos, b) etiquetado y marcado, c) ordenamiento en grupos de 6 de 40 frutos cada uno, d) elaboración de tratamientos, e) secado y almacenado de fruta, f) evaluación de color, firmeza y contenido de sólidos solubles, g) evaluación de contenido de jugo y ácido cítrico, h) grado de infección en cámaras húmedas, i) aislamiento del hongo, j) representación microscópica del hongo, k) evaluación de vida de anaquel.

### 3.5. Variables evaluadas

Con el propósito de estudiar la calidad de la naranja valencia en la poscosecha, en relación a los diferentes sanitizantes, se realizaron tres evaluaciones donde se consideraron las variables color, firmeza, contenido de sólidos solubles totales, contenido de jugo, contenido de ácido cítrico, grado de infección y vida de anaquel.

#### Color

Esta variable se obtuvo con la ayuda de un colorímetro Marca Minolta CR300 que utiliza el método colorímetro para obtener el cambio de color en cada evaluación, además determina la aceptación en el mercado de la mayoría de todas las frutas así como su apariencia. Las lecturas se realizaron en las mismas fechas que fueron mencionadas anteriormente. Después de cada evaluación se desecharon los frutos.

Para una mejor interpretación de los resultados se utilizó un diagrama de cromaticidad  $L^*a^*b^*$  donde el valor de  $L^*$  representa la luminosidad y representa una escala de valores de 0 a 100 donde 0 es una oscuridad total u opacidad y 100 corresponde al blanco o máxima brillantes. Por su parte los valores  $a^*$  y  $b^*$  son coordenadas donde  $a^*$  (+) indica el color rojo,  $a^*$  (-) indica color verde,  $b^*$  (+) indica color amarillo,  $b^*$  (-) indica color azul. Con los valores de  $a^*$  y  $b^*$  se obtuvo el ángulo de matiz ( $h^*$ ) y la cromaticidad ( $C^*$ ) con ayuda de las siguientes fórmulas:

$$C^* = \text{ATAN}(b/a) \cdot 180/\pi \quad H^* = \text{Raíz}(b^2 + a^2)$$

#### Firmeza

La firmeza se obtuvo con la ayuda de un Penetrómetro manual Fruit Pressure Tesker modelo FT 327 en  $\text{kg/cm}^2$  donde se utilizó una puntilla de 8 mm con su soporte para así ejercer una fuerza uniforme. Posteriormente se obtuvo la



firmeza de 5 frutos por tratamiento en cada evaluación para ello se tomaron 2 lecturas de cada fruto y se realizó un promedio. Las evaluaciones se efectuaron a los 5, 7 y 11 días después de la cosecha. Después de cada evaluación se desechaban los frutos.

### **Contenido de sólidos solubles totales (SST)**

De los frutos de cada tratamiento se determinaron los sólidos solubles totales, colocando una gota de jugo de cada fruta en un refractómetro tipo MANREF 103 con una medición de 0 a 32 ° Brix, al término de cada lectura fue enjuagado el refractómetro con agua destilada. Se realizó en el laboratorio con suficiente ventilación a una temperatura ambiente de 24°C. Los resultados se expresan como porcentaje de sólidos solubles presentes en el fruto.

### **Contenido de jugo**

De los frutos de cada tratamiento se determinó el contenido de jugo con la ayuda de un extractor y se midió con una probeta y los resultados se reportaron en mililitros.

### **Contenido de ácido cítrico**

Para determinar el contenido de ácido cítrico se utilizó el método de acidez titulable. Para ello con la ayuda de un extractor de jugos se obtuvo todo el jugo de cada fruto a evaluar y luego se tomaron tres pequeñas muestras de 10 ml de jugo a las cuales se les agregó tres gotas de fenolftaleína e hidróxido de sodio a 0.1 normal para después proceder a titular cada muestra. Para el cálculo de esta variable se utilizó la fórmula que se muestra a continuación:

$$\% \text{ de ácido} = \frac{\text{ml de NaOH gastados} \cdot \text{N del NaOH} \cdot \text{meq del ácido} \cdot 100}{\text{Alícuota valorada}}$$

### **Grado de infección**

Visualmente se determinó el grado de infección de los frutos de naranja en porcentaje a los 5, 7 y 10 días después de montado el experimento. Transcurridos 10 días se obtuvieron muestras de los patógenos presentes en los frutos, las cuales se colocaron en laminillas a las que se les efectuaron una tinción para hongos con la finalidad de identificar el tipo de microorganismo presente. Para ello se utilizó un microscopio compuesto y claves de identificación.

### **Vida de anaquel**

En esta variable se determinó contando los días en los cuales el fruto se encontraba todavía apto para su consumo.

## **3.6. Diseño experimental**

El diseño experimental utilizado fue el diseño completamente al azar (DCA) con cinco tratamientos más un testigo absoluto y cinco repeticiones por tratamiento donde la unidad experimental fue un fruto de naranja valencia.

## **3.7. Análisis estadístico**

Los análisis estadísticos que se realizaron fueron tres: un análisis de varianza ( $P \leq 0.05$ ) y a una comparación de medias utilizando la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para las variables color, firmeza, contenido de sólidos solubles totales, contenido de jugo, contenido de ácido cítrico y vida de anaquel. La variable grado de infección se analizó mediante una prueba z ( $z \leq 0.05$ ) donde se compararon dos proporciones.

Los datos fueron analizados con el programa computacional estadístico SAS ver. 9 para Windows.

### **3.8. Modelo estadístico**

El modelo estadístico propuesto para este diseño fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable observada

$\mu$  = media general

$T_i$  = efecto por tratamiento

$E_{ij}$  = error experimental

$i = 1, 2, \dots n$  tratamientos

$j = 1, 2, \dots n$  repeticiones

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

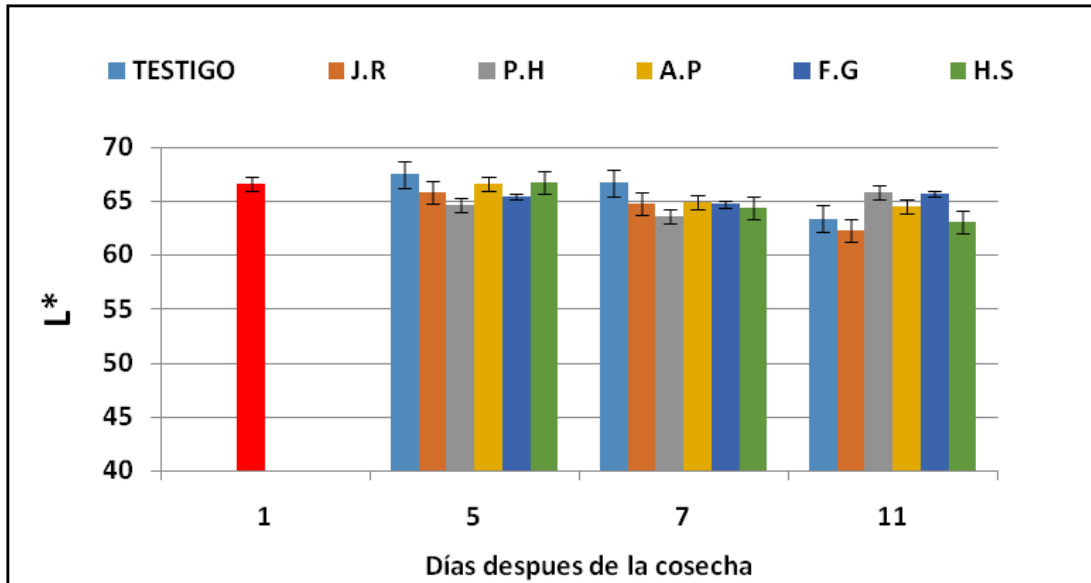
Una vez realizado el experimento y los análisis de varianza ( $P \leq 0.05$ ), comparación de medias por el método de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) y prueba z ( $z \leq 0.05$ ), se encontró que la aplicación de diferentes sanitizantes afectaron las variables en la poscosecha de naranja valencia como se puede apreciar a continuación:

### Color

El color de los frutos de naranja es una variable importante de calidad en el cultivo. Los consumidores prefieren una coloración amarilla y sin presencia de manchas o daño alguno que afecte dicha coloración. Así mismo los consumidores prefieren los frutos con un alto brillo. Frutos opacos son sinónimo de pérdida de calidad. De forma natural las naranjas durante su desarrollo forman una cubierta cerosa misma que se pierde durante el manejo poscosecha del fruto, es por ello que una práctica común es la incorporación de ceras naturales artificiales que son aplicadas después del lavado con agua y sanitizantes.

### Brillo ( $L^*$ )

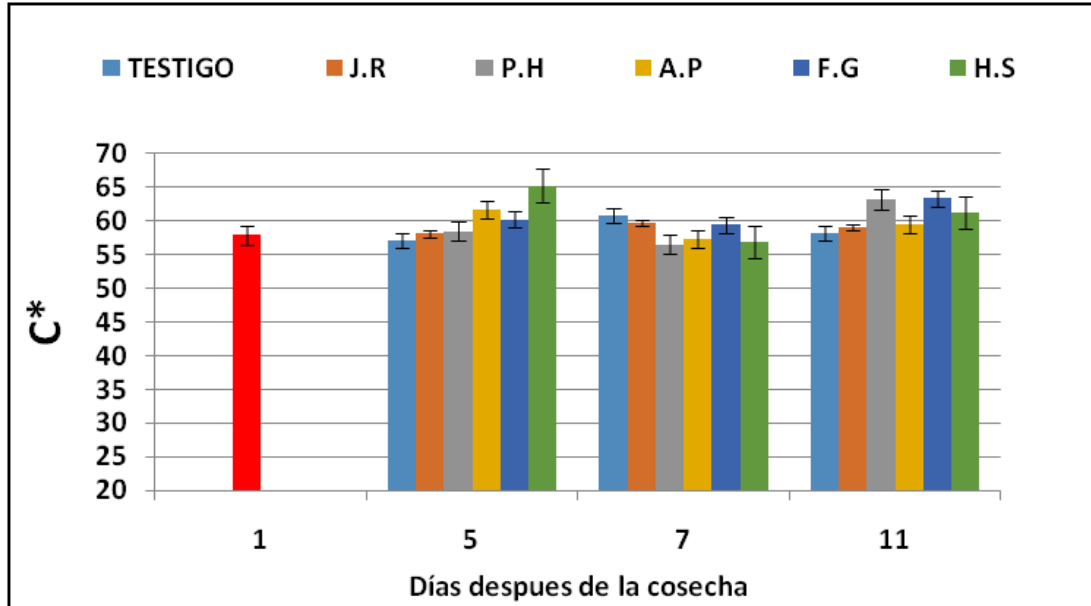
Al analizar los datos no se encontró diferencia estadística en el análisis de varianza, ni con la comparación de medias en las evaluaciones realizadas a los 5, 7 y 11 días después de la cosecha. Los valores de brillo proporcionados por el colorímetro oscilaron entre 62 y 67. Se observó en la mayoría de los tratamientos que a medida que transcurrieron los días fueron perdiendo brillo. Un comportamiento ligeramente diferente presentaron los tratamientos donde se utilizó como sanitizantes peróxido de hidrógeno y Full Gro<sup>®</sup> (**Figura 4.1**).



**Figura 4.1.** Comportamiento de la variable luminosidad ( $L^*$ ) a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes. J.R = Jabón Roma ( $2 \text{ gr}\cdot\text{L}^{-1}$ ); P.H = Peróxido de Hidrogeno (al 1%); A.P = Acido Peracético ( $3.3 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); F.G = Full – Gro ( $1.5 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); H.S = Hipoclorito de Sodio (50 ppm).

### Cromaticidad ( $C^*$ )

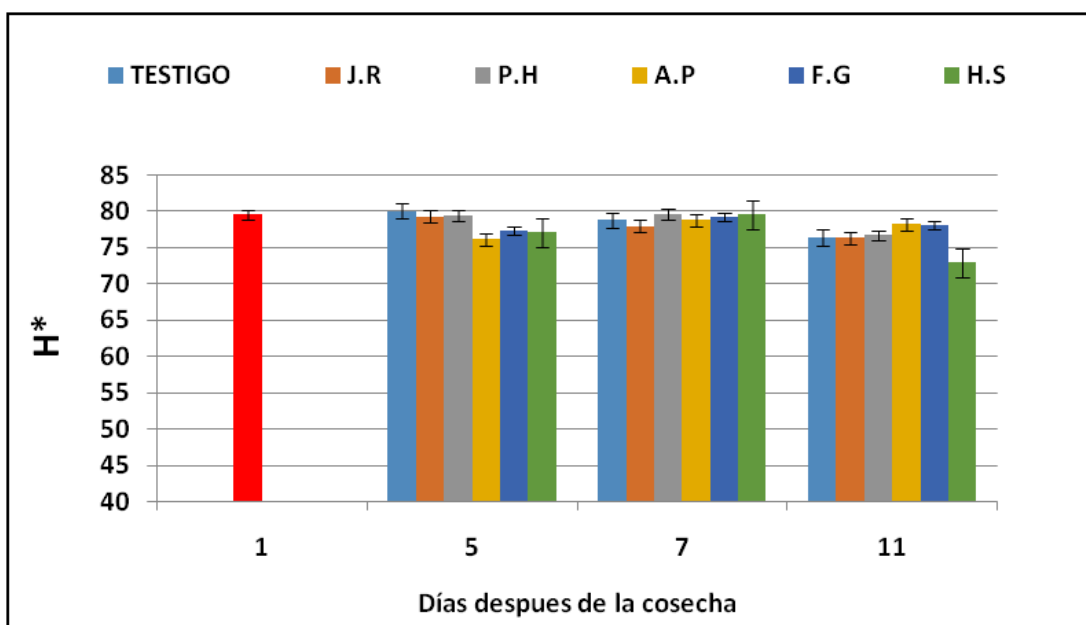
En los análisis de varianza realizados y la comparación de medias no se encontró diferencia significativa en las evaluaciones realizadas a los 5, 7 y 11 días después de la cosecha. Es decir que la aplicación de los diferentes sanitizantes no afectó los valores de cromaticidad en frutos de naranja. Los valores de cromaticidad oscilaron entre 56 y 64. Se observó que conforme fueron transcurriendo los días la coordenada cromaticidad ( $C^*$ ) se fue perdiendo en los frutos testigo y donde los frutos fueron lavados con jabón. Mientras que los tratamientos con peróxido de hidrogeno, ácido Peracético, Full gro<sup>®</sup> y el hipoclorito de sodio mostraron un comportamiento diferente, es decir a los 7 días después de la cosecha la cromaticidad de los frutos se fue disminuyendo, mas sin embargo a los 5 y 11 días después de la cosecha los valores aumentaron (**Figura 4.2**).



**Figura 4.2.** Comportamiento de la variable cromaticidad ( $C^*$ ) a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes. J.R = Jabón Roma ( $2 \text{ gr}\cdot\text{L}^{-1}$ ); P.H = Peróxido de Hidrogeno (al 1%); A.P = Acido Peracético ( $3.3 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); F.G = Full – Gro ( $1.5 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); H.S = Hipoclorito de Sodio (50 ppm).

### Ángulo matiz ( $H^*$ )

Similar a los casos anteriores en este estudio se observó que la aplicación de los sanitizantes no afectó estadísticamente el ángulo matiz en los frutos de naranja valencia. Los valores para esta variable oscilaron entre 70 y 87 y se mantuvieron a lo largo de todo el experimento, es decir que todos los frutos conservaron una coloración amarilla pero en diferentes tonalidades (**Figura 4.3**).



**Figura 4.3.** Comportamiento de la variable ángulo de matiz ( $H^*$ ) a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes. J.R = Jabón Roma ( $2 \text{ gr}\cdot\text{L}^{-1}$ ); P.H = Peróxido de Hidrogeno (al 1%); A.P = Acido Peracético ( $3.3 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); F.G = Full – Gro ( $1.5 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); H.S = Hipoclorito de Sodio (50 ppm).

Durante la poscosecha la práctica de lavado es importante porque se retiran impurezas y microorganismos que pueden dañar tanto al producto como al consumidor. Sin embargo, con esta práctica se pierde la cubierta cerosa natural de los frutos la cual es importante para la naranja porque hace atractiva su venta. A este respecto Grossen (1987) menciona que durante la maduración de los frutos cítricos, el color de la piel varía como resultado de los cambios coordinados entre el contenido y composición de carotenoides y la degradación de las clorofilas esto explica en parte los resultados obtenidos en este experimento.

De la misma forma Carmona *et al.*, (2006) mencionan que los tratamientos poscosecha también pueden influir en el color de los frutos y estudios llevados a cabo en el laboratorio muestran que el curado térmico de los

frutos puede provocar una pérdida de color en el flavedo y que este efecto se puede revertir mediante la aplicación del etileno.

Así mismo hay compuestos químicos que dependiendo de la concentración y tiempo de exposición al aplicarse a la cubierta de los frutos puede ocasionar deterioro. En este trabajo se observó que los químicos utilizados en sus diferentes concentraciones no afectaron la coloración de los frutos en estudio.

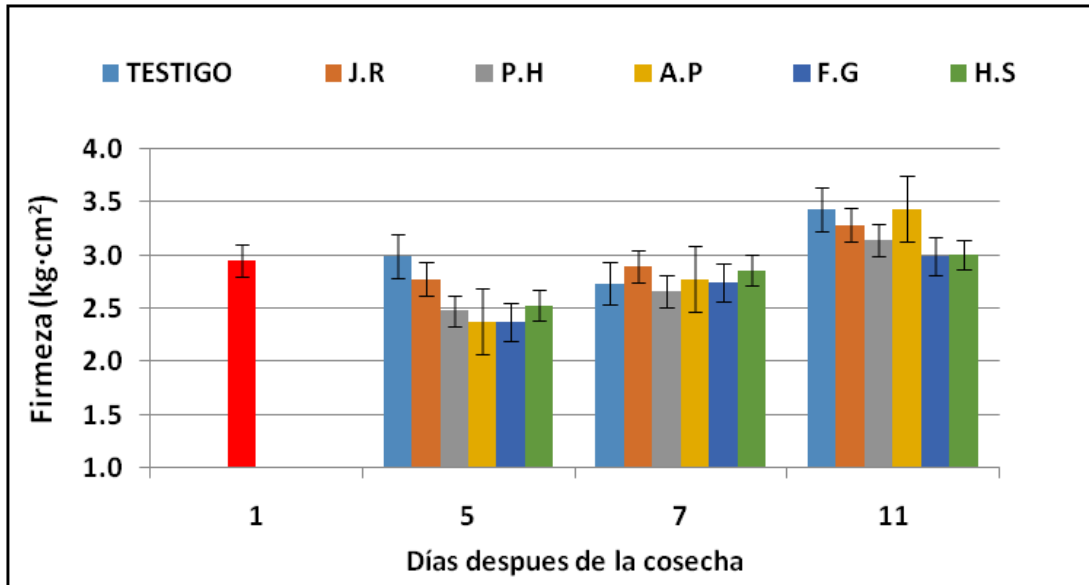
### **Firmeza**

La firmeza de los frutos es una variable de calidad importante durante la comercialización porque establece la decisión de compra en los consumidores. A ellos les interesa esta variable porque lo asocian con el grado de madurez de un producto y la vida de anaquel que tendrá. Así mismo puede indicar si la fruta ha experimentado cualquier tipo de deterioro físico.

En términos generales la firmeza o dureza de una fruta va disminuyendo conforme avanza su proceso de maduración. No obstante, debe tenerse en cuenta que la firmeza de un mismo tipo de fruta puede variar, bien por condiciones muy generales (como la variedad o la región del cultivo) o bien por motivos más específicos como el tamaño o la temperatura de la fruta.

De los análisis de varianza realizados y la comparación de medias se obtuvo que la aplicación de los diferentes sanitizantes no afectó de forma significativa la firmeza a lo largo del periodo de poscosecha en frutos de naranja valencia. Los valores oscilaron entre 2.4 y 3.4 kg·cm<sup>2</sup> y se observó que a medida que trascurrieron los días, la firmeza de los frutos se incrementó ligeramente como consecuencia de la deshidratación.





**Figura 4.4.** Comportamiento de la variable firmeza a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes. J.R = Jabón Roma ( $2 \text{ gr}\cdot\text{L}^{-1}$ ); P.H = Peróxido de Hidrogeno (al 1%); A.P = Acido Peracético ( $3.3 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); F.G = Full – Gro ( $1.5 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); H.S = Hipoclorito de Sodio (50 ppm).

De igual manera (Bernadac *et al.*, 2003) menciona que si bien el ablandamiento excesivo es uno de los procesos de deterioro de los frutos que limitan su transporte y vida poscosecha.

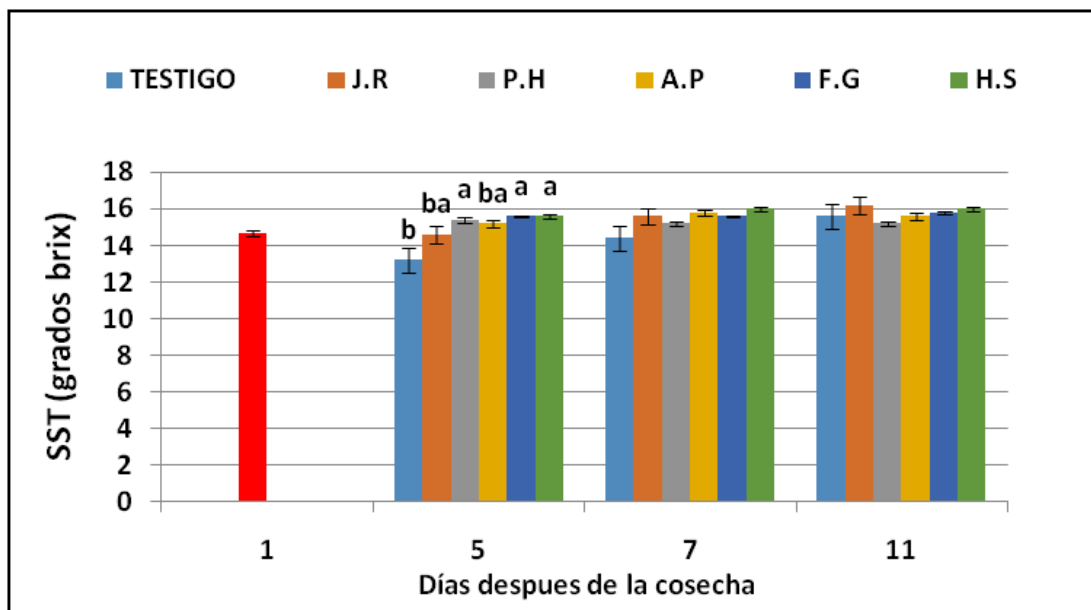
De forma similar Silveira *et al.*, (2008) demostraron que el lavado con 80 ppm de ácido Peracético demora el ablandamiento, no afecto la velocidad de respiración, los sólidos solubles ni la acidez titulable de melones frescos cortados de la variedad Galia almacenados durante 10 días a  $5^{\circ}\text{C}$ .

### Contenido de sólidos solubles totales (SST)

El contenido de sólidos solubles totales (medidos en grados Brix) de los frutos en naranja es un variable importante en cuanto a calidad. Los grados Brix nos permiten medir la cantidad de sólidos solubles presentes en el jugo

o pulpa expresados en porcentajes de sacarosa. Dicho de otra forma los grados Brix son los azúcares presentes en las frutas. Los consumidores prefieren un sabor dulce y no ácido es decir frutos con un alto porcentaje de grados Brix o azúcares.

De acuerdo a los análisis de varianza y la comparación de medias no se encontró diferencia estadística en las evaluaciones efectuadas a los 7 y 11 días después de la cosecha. En tanto que en la evaluación realizada a los 5 días después de la cosecha se identificó diferencia estadística, siendo el tratamiento que mostro el valor más alto aquel donde se aplicó el hipoclorito de sodio. Además se observó que los valores de grados Brix tuvieron una tendencia similar oscilando entre 12 a 16 donde el testigo fue quien reporto el valor más bajo.



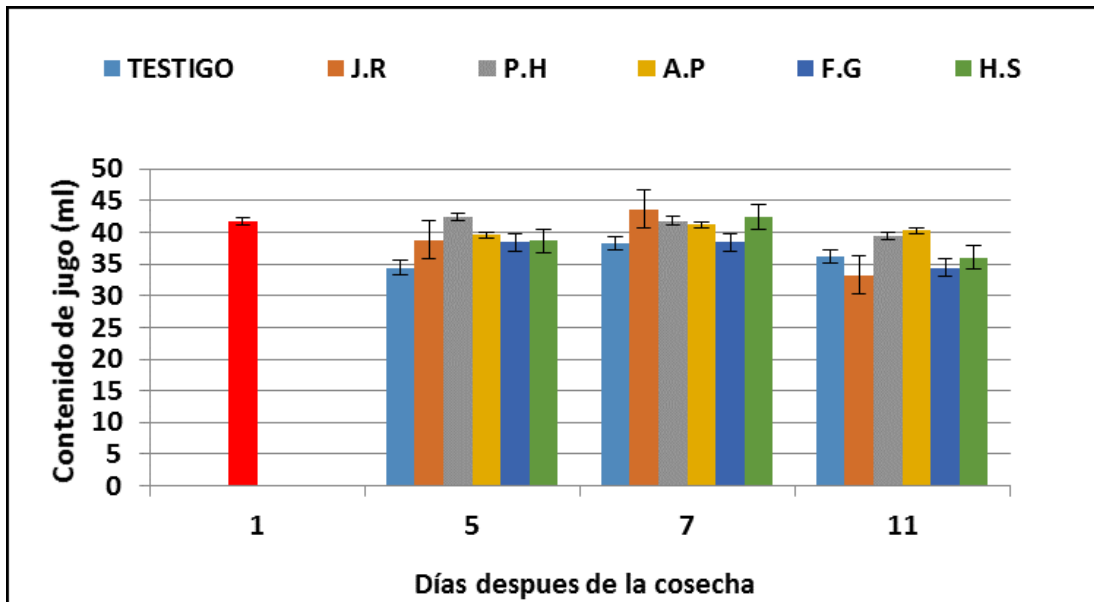
**Figura 4.5.** Comportamiento de la variable contenido de sólidos solubles totales (SST) a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes. J.R = Jabón Roma ( $2 \text{ gr}\cdot\text{L}^{-1}$ ); P.H = Peróxido de Hidrogeno (al 1%); A.P = Acido Peracético ( $3.3 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); F.G = Full – Gro ( $1.5 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); H.S = Hipoclorito de Sodio (50 ppm).

Si bien se observó diferencia estadística en la evaluación realizada a los 5 días después de la cosecha, posiblemente estos resultados sean consecuencia de evaluar diferentes frutos en cada evaluación y no fue consecuencia de los tratamientos.

De forma similar Dadzie en (1997) menciona que las frutas contienen muchos compuestos solubles en agua, como por ejemplo, azúcares, ácidos, vitamina C, aminoácidos y algunas pectinas. En la mayoría de las frutas maduras, los azúcares representan el principal componente de los sólidos solubles. Los sólidos solubles es una importante característica de la calidad poscosecha en las frutas ya que la cantidad de sólidos solubles medida en grados Brix aumentan a medida que estas maduran, el contenido de sólidos solubles en la fruta puede representar un índice o estado de madurez útil.

### **Contenido de jugo**

Los consumidores por tradición consumen el jugo de naranja en fresco y por consiguiente el contenido de jugo en un fruto es un parámetro importante de calidad. Sin embargo esta tendencia empieza a modificarse y ahora la adquisición de jugos recién exprimidos es cada vez mayor debido a la practicidad e higiene. En esta variable se observó como resultado de los análisis estadísticos que no hubo diferencias entre los tratamientos. Únicamente se logró identificar que a medida que fue madurando el fruto se perdió ligeramente el contenido de jugo. Los valores obtenidos en todas las evaluaciones oscilaron entre los 33 a 44 ml (**Figura 4.6**).

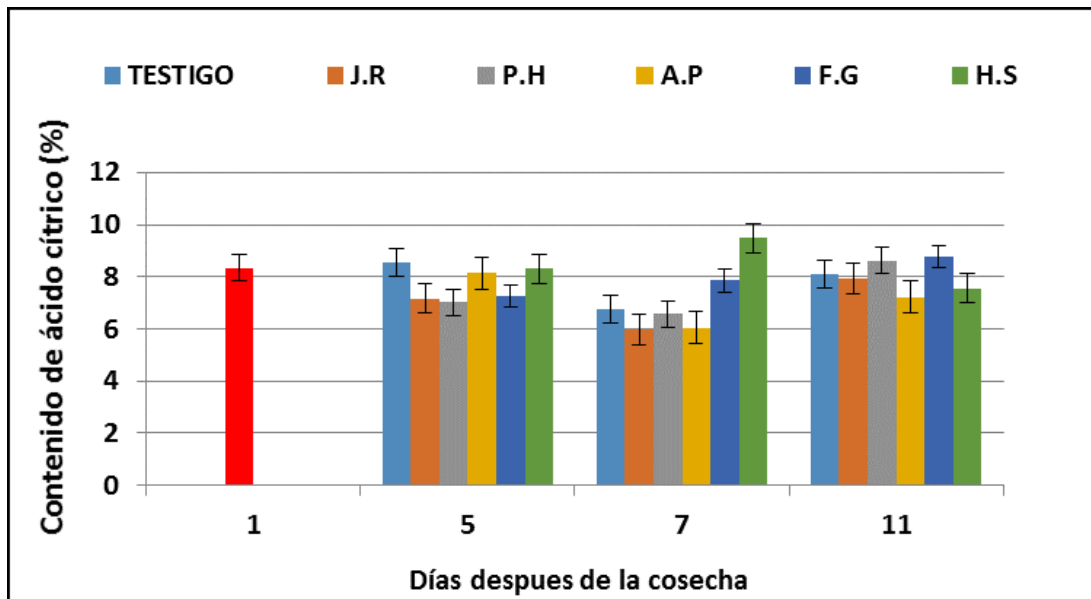


**Figura 4.6.** Comportamiento de la variable contenido de jugo presente en naranja valencia a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes. J.R = Jabón Roma ( $2 \text{ gr}\cdot\text{L}^{-1}$ ); P.H = Peróxido de Hidrogeno (al 1%); A.P = Acido Peracético ( $3.3 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); F.G = Full – Gro ( $1.5 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); H.S = Hipoclorito de Sodio (50 ppm).

### Contenido de ácido cítrico

El ácido cítrico es un ácido orgánico que está presente en la mayoría de la frutas, sobre todo en los cítricos como el limón y la naranja. Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente en el envasado. Por lo tanto el ácido cítrico se encuentra naturalmente presente en todos los organismos y existe en grandes cantidades en las frutas cítricas. De acuerdo a los análisis de varianza y comparación de medias se obtuvo que la aplicación de los diferentes sanitizantes no afectó estadísticamente el contenido de ácido cítrico en frutos de naranja valencia durante su poscosecha. Los valores oscilaron entre 6 a 9 ml y no se observó una tendencia definida a lo largo de la vida de anaquel de los frutos en estudio. Si

bien se observaron algunas diferencias numéricas posiblemente se daba a que para la evaluación se utilizaron diferentes frutos (**Figura 4.7**).



**Figura 4.7.** Comportamiento de la variable contenido de ácido cítrico a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes. J.R = Jabón Roma ( $2 \text{ gr}\cdot\text{L}^{-1}$ ); P.H = Peróxido de Hidrogeno (al 1%); A.P = Acido Peracético ( $3.3 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); F.G = Full – Gro ( $1.5 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); H.S = Hipoclorito de Sodio (50 ppm).

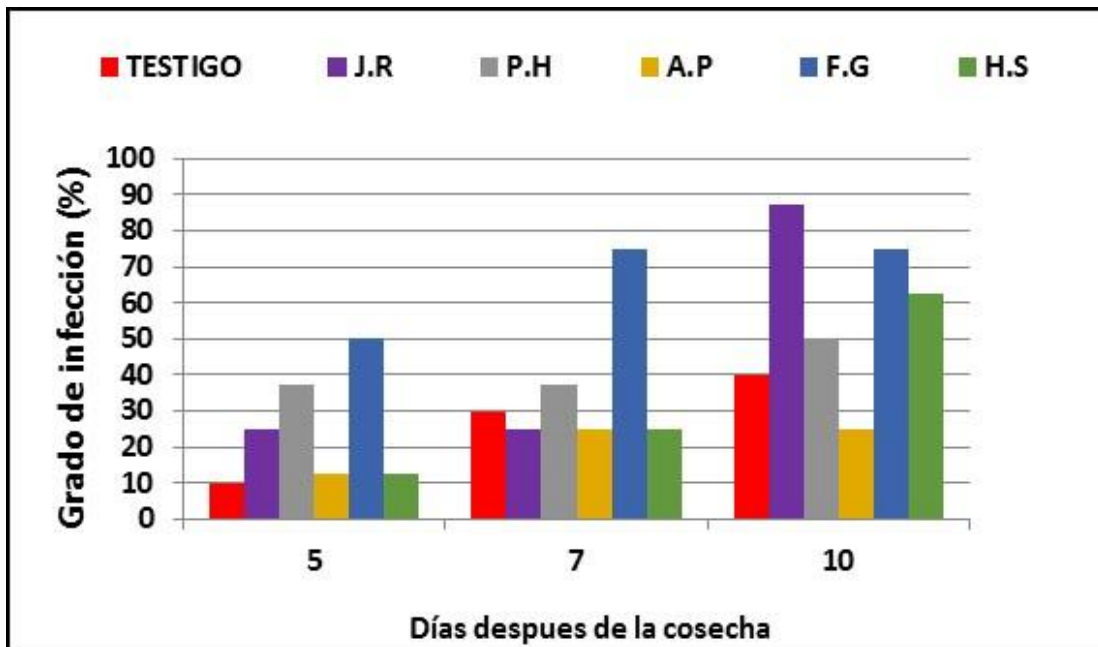
### Grado de infección

Las enfermedades de los cítricos ocasionadas por hongos provocan pérdidas económicas en todo el mundo, y en algunos casos alcanzan hasta el 50% de la producción total de los frutos. La aplicación de fungicidas reducen las pérdidas significativamente, pero éstas aún se ubican entre un 5-10% de la producción total (Ismail y Zhang, 2004).

Dentro de los principales hongos causantes de pudriciones en el caso de naranja destacan: *Penicillium digitatum*, *P. italicum*, *Geotrichum candidum*,

*Colletotrichum acutatum* y *Rhizopus stolonifer*, entre otros (Altieri *et al.*, 2005; Benyahia *et al.*, 2003).

En la **Figura 4.8** se puede observar que el tratamiento con menor porcentaje de infección fue el tratamiento testigo, en comparación con el resto de los demás tratamientos quienes alcanzaron un rápido desarrollo de la infección conforme transcurrieron los días.



**Figura 4.8.** Comportamiento de la variable grado de infección presente a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes. J.R = Jabón Roma ( $2 \text{ gr}\cdot\text{L}^{-1}$ ); P.H = Peróxido de Hidrogeno (al 1%); A.P = Acido Peracético ( $3.3 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); F.G = Full – Gro ( $1.5 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); H.S = Hipoclorito de Sodio (50 ppm).

Después de transcurridos los 10 días se obtuvieron muestras de los microorganismos presentes en las cámaras húmedas para realizar una identificación más acertada y se encontró la presencia de un hongo que se describe a continuación:

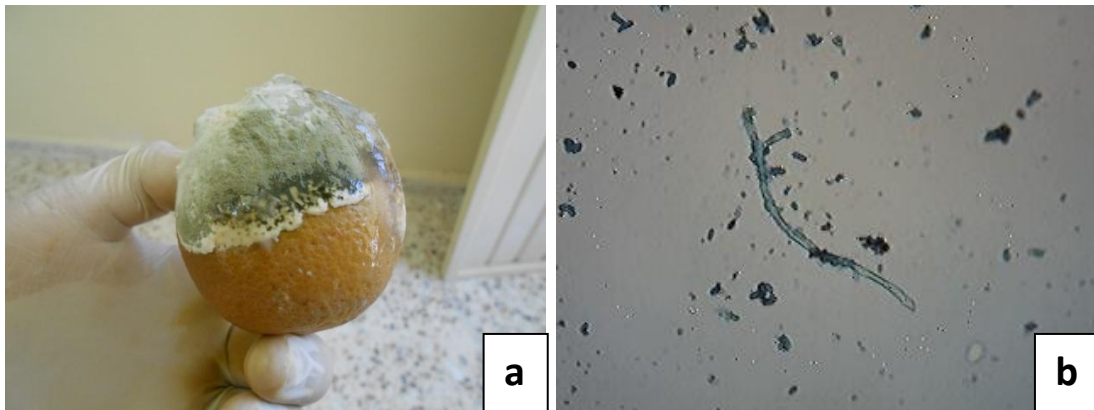
***Geotrichum candidum*** (Pudrición Agria). Hongo que se instala en los frutos por heridas. Se da con frecuencia este tipo de podrido sobre fruta madura

con defectos y almacenada durante algún tiempo. Hongos del tipo *Penicillium* instalados sobre podrido de *Geotrichum*, aceleran la total descomposición de los frutos atacados.

### Identificación

Es un podrido blando, con un olor agrio especial, que atrae las moscas de la fruta que depositan sus huevos sobre las masas podridas. Con el tiempo dichas masas gotean infectando las frutas próximas.

El podrido producido por este hongo, se diferencia claramente del resto de podridos blandos por el olor agrio que se desprende de los frutos (Técnico Agrícola, 2011)



**Figura 4.9.** a) Fruto de naranja fuertemente infectado con *Geotrichum candidum* y b) Imagen al microscopio 100x de hifas del hongo.

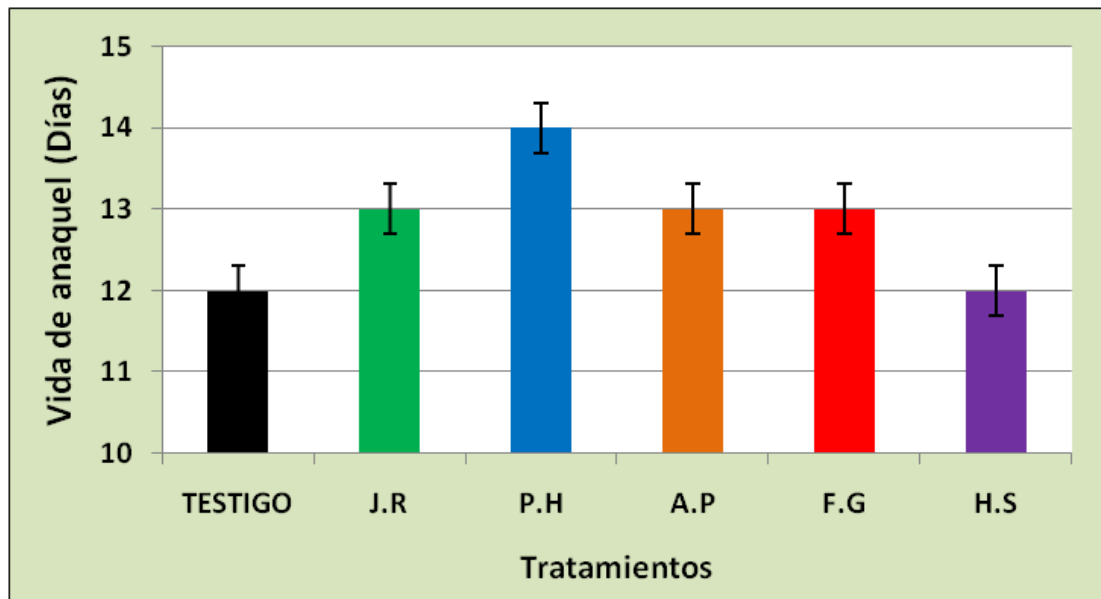
Coincidencia con Droby *et al.*, 2002 menciona que los síntomas de deterioro se manifiestan cuando el hongo fitopatógeno comienza a desarrollarse activamente en el fruto. En muchos casos de infección se aprecia un cambio de coloración y la distribución del tejido con la aparición de lesiones.

Por su parte Amiri y Bompeix, 2005 mencionan que la infección por hongos puede ocurrir durante el cultivo, en el momento de la colecta, durante el procesamiento o empaclado, almacenamiento, transporte y mercado, e incluso después de ser adquirido por el consumidor.

### Vida de anaquel

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de varianza, para la vida de anaquel, se muestra en el cuadro A.8 que se encuentra en el apartado del apéndice, no presenta diferencia significativa entre los tratamientos es decir que la aplicación de los tratamientos no afecto esta variable en naranja.

En la **Figura 5.0** se muestra la vida de anaquel en días por efecto de los tratamientos aplicados en la naranja valencia, pudiendo observar que el testigo tuvo una conservación de 12 días, en comparación con el tratamiento tres que corresponde al peróxido de hidrogeno, el cual tuvo una durabilidad de 14 días.



**Figura 5.0.** Comportamiento de la variable vida de anaquel de frutos de naranja valencia por efecto de la aplicación de diferentes sanitizantes en poscosecha. J.R = Jabón Roma ( $2 \text{ gr}\cdot\text{L}^{-1}$ ); P.H = Peróxido de Hidrogeno (al



1%); A.P = Acido Peracético ( $3.3 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); F.G = Full – Gro ( $1.5 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ); H.S = Hipoclorito de Sodio (50 ppm).

## V. CONCLUSIÓN

Se encontró en este trabajo experimental que los diferentes tratamientos no afectaron los parámetros de calidad color, firmeza, contenido de sólidos solubles totales, contenido de jugo y contenido de ácido cítrico en naranja valencia, pero afectaron positivamente el grado de infección y vida de anaquel. Los frutos tratados con el sanitizante ácido peracético ( $3.3 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y colocados en cámaras húmedas presentaron el menor grado de infección (<30%) con el hongo *Geotrichum candidum* (pudrición agría) en las tres evaluaciones realizadas. En tanto que en condiciones de ambiente natural, los frutos lavados con peróxido de hidrogeno (1%) lograron incrementar dos días la vida de anaquel comparado con el testigo absoluto y testigo comercial (hipoclorito de sodio) por lo que este compuesto puede ser una alternativa al uso de los compuestos con cloro.

## VI. LITERATURA CITADA

**Agroscience, 2011.** Ficha técnica. En línea: <http://agroscience.cosechamayoresganancias.com/cont/productos/5/sanitizantes>. Consultado el 06 de marzo del 2014.

**Arispe, I., & Tapia, M. S. (2007).** Inocuidad y calidad: requisitos indispensables para la protección de la salud de los consumidores. *Innocuity and quality: essential requirements for consumer health protection*. *Agroalimentaria*. 13 (24).

**Altieri, G.; Renzo, G. C.; Lanza, G. 2005.** Imazalil on-line control in post-harvest treatments of citrus fruit. *Acta Horticultura* 682, 1773-1780.

**Amiri, A.; Bompeix, G. 2005.** Diversity and population dynamics of *Penicillium* spp. on apples in pre- and postharvest environments: Consequences for decay development. *Plant Pathology* 54, 74–81.

**Aular, J., & Rodríguez, J. A. (2007).** Calidad de la naranja proveniente de Yumare, Venezuela, y su evolución en el periodo de zafra. *Bioagro*, 19(3), 169-174.

**Bae, 2013.** Ag-414-6 cloración y control de enfermedades poscosecha. En línea: <http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/publicat/postharv/ag-414-6/index.html>. Consultado el 06 de marzo del 2014.

**Baranda, A. et al. 2011.** Tecnología de pulsos de luz para la descontaminación de alimentos: perspectivas presentes y futuras la seguridad alimentaria. *Poscosecha frutas y hortalizas y Ornamentales postharvest*. Biz. En línea: [http://www.poscosecha.com/es/noticias/tecnologia-de-pulsos-de-luz-para-la-descontaminacion-de-alimentos-perspectivas-presentes-y-futuras-para-la-seguridad-alimentaria/\\_id:76731/](http://www.poscosecha.com/es/noticias/tecnologia-de-pulsos-de-luz-para-la-descontaminacion-de-alimentos-perspectivas-presentes-y-futuras-para-la-seguridad-alimentaria/_id:76731/). Consultado el 3 de marzo del 2014.

**Berrocal, A. M. A. P. 2007.** Plan para la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para la producción de alimentos inocuos (frutas y hortalizas) en el Perú.

**Bernadac, A., A. Latché, Z. Li, M. Bouzayen y J-C Pech. 2003.** Genetic Engineering for Postharvest Quality. En: Denis Murphy, Brian Thomas, Brian Murray (Eds.). *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*. 2000 p. Welles Bourne, UK.

**Betelgeux, 2013.** Catálogo de desinfección: Productos y equipos para la desinfección en industrias alimentarias. En línea: <http://www.betelgeux.es>. Consultado el 3 de marzo del 2014.

**Benyahia, H.; Jrifi, A.; Smali, C.; Afellah, M.; Lamsetef, Y.; Timmer, L. W. 2003.** First report of *Colletotrichum gloeosporioides* causing wither tip on twigs and tear stain on fruit of citrus in Morocco. *Plant Pathology* 52, 798.

**Blandón, S. 2010.** Ingeniería de poscosecha II. En línea: <http://almez.pntic.mec.es/jrem0000/dpg/1bch/1bch.htm>. Consultado el 28 de febrero del 2014.

**Calvo B. P. 2005.** Sistemas poscosecha: Generalidades. In: memorias de curso de capacitación. pp. 1-20.

**Castellano G., Quijada O., Ramírez R y Sayago E. 2005.** Efecto de tratamientos poscosecha sobre la calidad de las frutas de guayaba (*Psidiumguajava* L). *Proc. Intamer. soc. trop. hort.* 48: 111-114.

**Carmona, L., Zacarías, L., y Rodrigo, M.J. 2006.** Efecto del acondicionamiento térmico en el color y acumulación de carotenoides en la piel de frutos cítricos. *Innovaciones fisiológicas y tecnológicas de la maduración y post-recolección de frutas y hortalizas.* Eds. Valero, D. y Serrano, M. 49-52.

**Castro, M. P., Como, P. & de Alimentos. (2013).** Evaluación de la eficacia del programa de limpieza y desinfección vigente en el área de pet, de la empresa envasa y su aplicabilidad respecto a la normativa de la industria alimenticia y farmacéutica en costa rica.

**CEBE Agricultura, 2011.** <http://www.cebe.es/agricultura.html>. Consultado el 4 de marzo del 2014.

**CESAVEBC (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Baja California). 2013.** Manual técnico de desinfección poscosecha, programa de inocuidad alimentaria. En línea: <http://www.cesavebc.com/pia/documentos/manual%20de%20desinfeccion.pdf> f. Consultado el 6 de marzo del 2014.

**Consejo Citrícola Mexicano, 2006.** Plan rector citrícola nacional. Obtenido el 22 de febrero del 2014, de; <http://www.concitver.com/capitulosplanrector/5.referencias-del-mercado-nacional.pdf>.

**COVECA, 2011.** Monografía de la naranja. Veracruz, México. 2 p.

**Dadzie, B. K., & Orchard, J. E. (1997).** Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos: criterios y métodos (Vol. 2). Bioversity International.

**Droby, S.; Vinokur, V.; Weiss, B.; Cohen, L.; Daus, A.; Goldschmidt, E.; Porat, R. 2002.** Induction of resistance to *Penicillium digitatum* in grapefruit by the yeast biocontrol agent *Candida oleophila*. *Phytopathology* 92, 393-399.

**Escalante, 2008.** Sanidad y Calidad Vegetal. Boletín ASERCA Regional Peninsular. Consulta 26 de febrero del 2014, en: <http://www.aserca.gob.mx/artman/uploads/boletin200806.pdf>.

**Escalante, 2009.** Boletín ASERCA Regional Peninsular “La Industria de la Naranja”. Obtenido el 25 de febrero del 2014, de: [http://www.aserca.gob.mx/artman/uploads/boletin\\_mayo\\_2009.pdf](http://www.aserca.gob.mx/artman/uploads/boletin_mayo_2009.pdf).

**Evaluación Alianza para el Campo, 2004.** Informe de evaluación nacional subprograma de inocuidad de alimentos. México. 2005.

**FAO, 2005.** Informe de Evaluación Nacional, Subprograma de Inocuidad de Alimentos. disponible en: [https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:cwtyhanvwamj:www.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp%3fiddocumento%3d818%26ldurl%3d1423+fao.+2005.+informe+de+evaluaci%c3%b3n+nacional,+subprograma+de+inocuidad+de+alimentos.&hl=en&gl=mx&pid=bl&srcid=adgeesiipwehe\\_7ujj8\\_kr\\_yl\\_hi7onkuydizftagt\\_ydwsa-k5jbnov7jbtucnefh2srhacfhmu-n7we4blgwkhkrqljahc2duhjc5bt2lns65ylm4kie-ojuvbgxpu6fsftzvwonpn8&sig=ahietbrqahidblemh3v92y1sf83nwdp\\_z](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:cwtyhanvwamj:www.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp%3fiddocumento%3d818%26ldurl%3d1423+fao.+2005.+informe+de+evaluaci%c3%b3n+nacional,+subprograma+de+inocuidad+de+alimentos.&hl=en&gl=mx&pid=bl&srcid=adgeesiipwehe_7ujj8_kr_yl_hi7onkuydizftagt_ydwsa-k5jbnov7jbtucnefh2srhacfhmu-n7we4blgwkhkrqljahc2duhjc5bt2lns65ylm4kie-ojuvbgxpu6fsftzvwonpn8&sig=ahietbrqahidblemh3v92y1sf83nwdp_z). Consultado el 27 de febrero del 2014.

**FAO, 2013.** La importancia de las pérdidas de poscosecha. En línea: <http://www.fao.org/docrep/t0073s/t0073s01.htm>. Consultado el 3 de marzo del 2014.

**FAO, 2014.** Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas. En línea: <http://www.fao.org/docrep/x5055s/x5055s02.htm>. Consultado el 7 de abril del 2014.

**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.** <http://www.cfsan.fda.gov/comm/ift3-5.html>. Consultado el 25 de febrero del 2014.

**Garmendia G. y Meléndez S. V. 2006.** Métodos para la desinfección de frutas y hortalizas, horticultura n° 197. pp. 18-22.

**Garmendia G. y Méndez S. V. 2006.** Métodos para la desinfección de frutas y hortalizas, horticultura N° 197. Pp. 18-22.

**Gross, J. 1987.** Pigments in fruits. London: Academic Press.

**INFOAGRO. 2010.** Citado el 26 de febrero del 2010 de: <http://www.infoagro.com/citricos/citricos.asp>.

**Ismail, M.; Zhang, J. Z. 2004.** Post-harvest citrus diseases and their control. Outlooks Pest Management 15, 29-35.

**Kyanko M. V., Russo M. I., Fernandez M. y Pose G. 2010.** Efectividad del ácido Peracético sobre la reducción de la carga de esporas de mohos causantes de pudrición poscosecha de frutas y hortalizas. Información tecnológica vol. 21 n° 4, pp. 125-130.

**Lenntech, 2013 a.** Paraceticacid as a disinfectant. <http://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-acido-paracetico.htm>. Consultado el 4 de marzo del 2014.

**Lenntech, 2013 b.** Sodium hypochlorite as a disinfectant. <http://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/quimica/desinfectantes-hipoclorito-de-sodio.htm>. Consultado el 4 de marzo del 2014.

**López P. O. 2007.** Manejo poscosecha de flor de calabaza a diferentes condiciones de almacenamiento. Tesis licenciatura en Ingeniero Agroindustrial. Universidad Autónoma de Hidalgo. Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México.

**Manrique, K. 2010.** Nociones del manejo de poscosecha. En línea: <http://www.horticom.com/pd/nociones-poscosecha/53/173/53173.pdf>. Consultado el 28 de febrero del 2014.

**Martínez, A.; Ferrer, C.; Piña. M. C. 2005.** Tecnologías emergentes e inocuidad alimentaria. En: Revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos, No. 364: 37-41.

**Martínez y Sicilia, 2010.** Eficacia demostrada de los peroxiacéticos en lavado de frutas y verduras. Poscosecha frutas y hortalizas y ornamentales

postharvest. biz. En línea: [http://www.poscosecha.com/es/empresas/cebe-centro-de-estudios-de-bioseguridad-sl/\\_id:60779,seccion:noticias,noticia:75675/](http://www.poscosecha.com/es/empresas/cebe-centro-de-estudios-de-bioseguridad-sl/_id:60779,seccion:noticias,noticia:75675/).

**Martínez - Romero, D., Guillén, F., Valverde, J., Serrano, M., Zapata, P., Bailén, G,...& Castillo, S. (2007).** Aloe vera gel como recubrimiento comestible en frutas y hortalizas. Universidad miguel Hernández -España.

**Meléndez G. y Umaña G. 2005.** Sistemas poscosecha en frutas de mango, melón y sandía: Conceptos y aplicaciones. In: memorias de curso de capacitación. 13 de julio 2005.

**Navia M. M. y Zambrana M. O. 2010.** El cloro en poscosecha de frutas y hortalizas. Revista de agricultura. Separatas técnicas coleccionables.

**Ólmez, H., Kretzschmar, U.2008.** Potential alternative disinfection methods for organic fresh-cut industry for minimizing water consumption and environmental impact. Lwtfoodscience and technology. pp 1-8.

**Osuna García, J. A., I. Nolasco González, I. Ortega Navarrete, R. Sánchez Lucio y M. I. Guzmán Robles. 2011.** Aplicación de sistemas de reducción de riesgos de contaminación en frutales y hortalizas en Nayarit. IIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto técnico no. 17, Santiago Ixcuintla, Nayarit, México.

**Palou, 2012.** Situación actual del control de enfermedades de poscosecha de cítricos en España. Revista de fruticultura n°23. p 24, instituto valencia de investigación agraria. Montcada (Valencia).

**Pérez-Gago, M. B., del Río, M. A., & Rojas-Argudo, C. (2008).** Recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. Horticultura: revista de industria, distribución y socio economía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros, (207), 54-57.

**Pérez-Gago, M. B., del Río, M. A., & Rojas-Argudo, C. (2008).** Recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. Horticultura: revista de industria, distribución y socio economía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros, (207), 54-57.

**Rivera D., Gardea A., Martínez M., González G. 2007.** Efectos bioquímicos poscosecha de la irradiación uv-c en frutas y hortalizas. En línea: <http://bioquimicos.irradiacion.uv-c.mx/pdf/813/81350212.pdf>. Actualización diciembre 2010.

**Romero, I. 2007.** Trazabilidad una característica para un artículo científico. Revista: Peruana de biología, 14(1), 03-04.

**SAGARPA/SENASICA. 2006.** Protocolo de aplicación voluntaria de Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manejo en los procesos de producción, cosecha y empaque de lechuga para consumo en fresco. Versión 1.0 Junio 2006.

**SAGARPA, 2009.** La industria de la naranja. Boletín ASERCA regional peninsular. Consulta 22 de febrero 2014. [http://www.aserca.gob.mx/artman/uploads/boletin\\_mayo\\_2009.pdf](http://www.aserca.gob.mx/artman/uploads/boletin_mayo_2009.pdf).

**SENASICA, 2008.** Consultado el 27 de febrero, disponible en: <http://www.sensica.sagarpa.gob.mx>.

**SIAP** (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA) 2010. Consulta de indicadores de producción, precios y márgenes de comercialización de naranja nacional. Obtenida el 22 de febrero del 2014, de: [http://www.siap.gob.mx/page/18/?option=com\\_wrapper&view=wrapper&itemid=351](http://www.siap.gob.mx/page/18/?option=com_wrapper&view=wrapper&itemid=351).

**Silveira A. C., Conesa A., Aguayo E. y Artes F. 2008.** Alternative Sanitizers to chlorine for use on fresh-cut "Galia" (Cucumis melon var. catalupensis) melon. Journal of Food Science 73, 405-411.

**Solé, M. C. M., en Farmacia, I., Espadalé, R. M. A., Aubert, A. C., & Químico, I. T 2005.** Ntp 429: desinfectantes: características y usos más corrientes. *Alcohol*, 36, 39.

**Técnico Agrícola, 2011.** Consultado el 9 de mayo del 2014. En línea: <http://www.tecnicoagricola.es/geotrichum-candidum/>.

**UCDAVIS Postharvest Technology.** Consultado el 23 de febrero del 2014. En línea: <http://postharvest.ucdavis.edu/frutasymelones/Naranja/>.

**Van de Velde F., Tavellana A., Piagentini A., Güemes D. y Pirovani M., 2010.** Retención de compuestos bioactivos en el lavado desinfección de frutillas mínimamente procesadas con ácido Peracético. Revista iberoamericana de tecnología poscosecha. Vol. 11, n° 2. pp. 162-170.

**Zapata, M. P., & Rico, A. M.** Modulo manejo de cosecha y poscosecha de las frutas. Consultado el 3 de marzo del 2014.



## VII. APÉNDICE

**Cuadro A.1.**Valores medios de la variable luminosidad (L\*) a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.

Tratamiento	Días después de la cosecha		
	5	7	11
Testigo	67.47 a	66.68 a	63.35 a
J.R 2 gr·L <sup>-1</sup>	65.85 a	64.77 a	62.26 a
P.H al 1%	64.61 a	63.55 a	65.83 a
A.P 3.3 ml·L <sup>-1</sup>	66.54 a	64.86 a	64.46 a
F.G 1.5 ml·L <sup>-1</sup>	65.43 a	64.70 a	65.63 a
H.S 50 ppm	66.67 a	64.37 a	63.05 a
<b>DMS</b>	6.23	6.04	8.63
<b>CV</b>	4.82	4.77	6.88
<b>Significancia</b>	ns	ns	ns

Valores con la misma letra entre columnas son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey (P≤0.05).

DMS=diferencia mínima significativa, CV=coeficiente de variación, ns=no significativo, \*=significativo (P≤0.05), \*\*=altamente significativo (P≤0.05). J.R = Jabón Roma; P.H = Peróxido de Hidrogeno; A.P = Acido Peracético; F.G = Full – Gro; H.S = Hipoclorito de Sodio.

**Cuadro A.2.**Valores medios de la variable cromaticidad (C\*) a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.

Tratamiento	Días después de la cosecha		
	5	7	11
Testigo	57.09 a	60.88 a	58.22 a
J.R 2 gr·L <sup>-1</sup>	58.10 a	59.75 a	59.08 a
P.H al 1%	58.46 a	56.56 a	63.20 a
A.P 3.3 ml·L <sup>-1</sup>	61.77 a	57.32 a	59.54 a
F.G 1.5 ml·L <sup>-1</sup>	60.21 a	59.42 a	63.35 a
H.S 50 ppm	65.29 a	56.92 a	61.33 a
<b>DMS</b>	13.08	13.71	15.98
<b>CV</b>	11.12	11.99	13.44
<b>Significancia</b>	ns	ns	ns

Valores con la misma letra entre columnas son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey (P≤0.05).

DMS=diferencia mínima significativa, CV=coeficiente de variación, ns=no significativo, \*=significativo (P≤0.05), \*\*=altamente significativo (P≤0.05). J.R = Jabón Roma; P.H = Peróxido de Hidrogeno; A.P = Acido Peracético; F.G = Full – Gro; H.S = Hipoclorito de Sodio.

**Cuadro A.3.**Valores medios de la variable ángulo matiz (H\*) a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.

Tratamiento	Días después de la cosecha		
	5	7	11
Testigo	80.94 a	78.77 a	76.39 a
J.R 2 gr·L <sup>-1</sup>	79.28 a	77.93 a	76.33 a
P.H al 1%	79.44 a	79.58 a	76.67 a
A.P 3.3 ml·L <sup>-1</sup>	76.11 a	78.73 a	78.19 a
F.G 1.5 ml·L <sup>-1</sup>	77.30 a	79.25 a	78.02 a
H.S 50 ppm	77.06 a	79.50 a	72.88 a
<b>DMS</b>	14.52	9.46	8.66
<b>CV</b>	9.05	6.13	5.79
<b>Significancia</b>	ns	ns	ns

Valores con la misma letra entre columnas son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey (P≤0.05).

DMS=diferencia mínima significativa, CV=coeficiente de variación, ns=no significativo, \*=significativo (P≤0.05), \*\*=altamente significativo (P≤0.05). J.R = Jabón Roma; P.H = Peróxido de Hidrogeno; A.P = Acido Peracético; F.G = Full – Gro; H.S = Hipoclorito de Sodio.

**Cuadro A.4.**Valores medios de la variable firmeza en naranja valencia a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.

Tratamiento	Días después de la cosecha		
	5	7	11
Testigo	2.99 a	2.74 a	3.44 a
J.R 2 gr·L <sup>-1</sup>	2.78 a	2.90 a	3.29 a
P.H al 1%	2.48 a	2.66 a	3.15 a
A.P 3.3 ml·L <sup>-1</sup>	2.38 a	2.78 a	3.44 a
F.G 1.5 ml·L <sup>-1</sup>	2.38 a	2.75 a	2.99 a
H.S 50 ppm	2.53 a	2.86 a	3.01 a
<b>DMS</b>	0.62	0.71	1.30
<b>CV</b>	12.42	13.20	20.71
<b>Significancia</b>	ns	ns	ns

Valores con la misma letra entre columnas son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey (P≤0.05).

DMS=diferencia mínima significativa, CV=coeficiente de variación, ns=no significativo, \*=significativo (P≤0.05), \*\*=altamente significativo (P≤0.05). J.R = Jabón Roma; P.H = Peróxido de Hidrogeno; A.P = Acido Peracético; F.G = Full – Gro; H.S = Hipoclorito de Sodio.

**Cuadro A.5.**Valores medios de la variable contenido de sólidos solubles totales a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.

Tratamiento	Días después de la cosecha		
	5	7	11
Testigo	13.20 b	14.40 a	15.60 a
J.R 2 gr·L <sup>-1</sup>	14.60 ba	15.60 a	16.20 a
P.H al 1%	15.40 a	15.20 a	15.20 a
A.P 3.3 ml·L <sup>-1</sup>	15.20 ba	15.80 a	15.60 a
F.G 1.5 ml·L <sup>-1</sup>	15.60 a	15.60 a	15.80 a
H.S 50 ppm	15.60 a	16.00 a	16.00 a
<b>DMS</b>	2.12	2.36	2.21
<b>CV</b>	7.28	7.84	7.20
<b>Significancia</b>	*	ns	ns

Valores con la misma letra entre columnas son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey (P≤0.05).

DMS=diferencia mínima significativa, CV=coeficiente de variación, ns=no significativo, \*=significativo (P≤0.05), \*\*=altamente significativo (P≤0.05). J.R = Jabón Roma; P.H = Peróxido de Hidrogeno; A.P = Acido Peracético; F.G = Full – Gro; H.S = Hipoclorito de Sodio.

**Cuadro A.6.**Valores medios de la variable contenido de jugo a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.

Tratamiento	Días después de la cosecha		
	5	7	11
Testigo	34.40 a	38.20 a	36.20 a
J.R 2 gr·L <sup>-1</sup>	38.80 a	43.60 a	33.20 a
P.H al 1%	42.40 a	41.80 a	39.40 a
A.P 3.3 ml·L <sup>-1</sup>	39.60 a	41.20 a	40.20 a
F.G 1.5 ml·L <sup>-1</sup>	38.40 a	38.40 a	34.40 a
H.S 50 ppm	38.60 a	42.40 a	36.00 a
<b>DMS</b>	13.38	9.81	11.60
<b>CV</b>	17.68	12.25	16.22
<b>Significancia</b>	ns	ns	ns

Valores con la misma letra entre columnas son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey (P≤0.05).

DMS=diferencia mínima significativa, CV=coeficiente de variación, ns=no significativo, \*=significativo (P≤0.05), \*\*=altamente significativo (P≤0.05). J.R = Jabón Roma; P.H = Peróxido de Hidrogeno; A.P = Acido Peracético; F.G = Full – Gro; H.S = Hipoclorito de Sodio.

**Cuadro A.7.** Valores medios de la variable contenido de ácido cítrico a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.

Tratamiento	Días después de la cosecha		
	5	7	11
Testigo	8.56 a	6.76 a	8.08 a
J.R 2 gr·L <sup>-1</sup>	7.16 a	5.98 a	7.94 a
P.H al 1%	7.02 a	6.56 a	8.62 a
A.P 3.3 ml·L <sup>-1</sup>	8.14 a	6.04 a	7.22 a
F.G 1.5 ml·L <sup>-1</sup>	7.26 a	7.86 a	8.76 a
H.S 50 ppm	8.32 a	9.48 a	7.54 a
<b>DMS</b>	5.28	4.37	3.31
<b>CV</b>	34.87	31.48	21.09
<b>Significancia</b>	ns	ns	ns

Valores con la misma letra entre columnas son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey (P≤0.05).

DMS=diferencia mínima significativa, CV=coeficiente de variación, ns=no significativo, \*=significativo (P≤0.05), \*\*=altamente significativo (P≤0.05). J.R = Jabón Roma; P.H = Peróxido de Hidrogeno; A.P = Acido Peracético; F.G = Full – Gro; H.S = Hipoclorito de Sodio.

**Cuadro A.8.** Valores medios de la variable vida de anaquel a lo largo del periodo poscosecha de frutos de naranja valencia tratados con diferentes sanitizantes.

Tratamiento	Vida de anaquel (días)
Testigo	11.70 a
J.R 2 gr·L <sup>-1</sup>	13.00 a
P.H al 1%	13.70 a
A.P 3.3 ml·L <sup>-1</sup>	13.20 a
F.G 1.5 ml·L <sup>-1</sup>	13.20 a
H.S 50 ppm	12.10 a
<b>DMS</b>	2.77
<b>CV</b>	16.39
<b>Significancia</b>	ns

Valores con la misma letra entre columnas son iguales estadísticamente según la prueba de Tukey (P≤0.05).

DMS=diferencia mínima significativa, CV=coeficiente de variación, ns=no significativo, \*=significativo (P≤0.05), \*\*=altamente significativo (P≤0.05). J.R = Jabón Roma; P.H = Peróxido de Hidrogeno; A.P = Acido Peracético; F.G = Full – Gro; H.S = Hipoclorito de Sodio.

**Cuadro A. 9.** Comparación de dos proporciones en la variable grado de infección con cinco sanitizantes en la poscosecha de naranja valencia.

	5 DDC			7 DDC			10 DDC		
	Proporciones	Valor de  z  <sup>z</sup>	Sig.*	Proporciones	Valor de  z  <sup>z</sup>	Sig.*	Proporciones	Valor de  z  <sup>z</sup>	Sig.*
T1 VS T2	10 vs 25	-1.261	ns	30 vs 25	-0.549	ns	40 vs 88	-3.628	*
T1 VS T3	10 vs 37.5	-1.648	ns	30 vs 37.5	-1.025	ns	40 vs 50	-1.500	ns
T1 VS T4	10 vs 12.5	-0.842	ns	30 vs 25	-0.549	ns	40 vs 25	-0.549	ns
T1 VS T5	10 vs 50	-2.050	*	30 vs 75	-2.688	*	40 vs 75	-2.688	*
T1 VS T6	10 vs 12.5	-0.842	ns	30 vs 25	-0.549	ns	40 vs 63	-2.030	*
T2 VS T3	25 vs 37.5	-0.500	ns	25 vs 37.5	-0.500	ns	88 vs 50	0.000	ns
T2 VS T4	25 vs 12.5	0.549	ns	25 vs 25	0.000	ns	88 vs 25	3.832	*
T2 VS T5	25 vs 50	-1.015	ns	25 vs 75	-2.419	*	88 vs 75	0.000	ns
T2 VS T6	25 vs 12.5	0.549	ns	25 vs 25	0.000	ns	88 vs 63	0.000	ns
T3 VS T4	37.5 vs 12.5	1.025	ns	37.5 vs 25	0.500	ns	50 vs 25	1.015	ns
T3 VS T5	37.5 vs 50	-0.538	ns	37.5 vs 75	-2.299	*	50 vs 75	-3.305	*
T3 VS T6	37.5 vs 12.5	1.025	ns	37.5 vs 25	0.500	ns	50 vs 63	-0.766	ns
T4 VS T5	12.5 vs 50	-1.500	ns	25 vs 75	-2.419	*	25 vs 75	-2.419	*
T4 VS T6	12.5 vs 12.5	0.000	ns	25 vs 25	0.000	ns	25 vs 63	-1.613	ns
T5 VS T6	50 vs 12.5	1.500	ns	75 vs 25	2.419	*	75 vs 63	0.000	ns

\*=significancia, ns=no significativo, \*=significativo P=0.05.

Valor de z con una p=0.05=1.96.