

Efecto del tratamiento desinfectante y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de rebanadas de mango (*Mangifera indica*) Kent mínimamente procesado

Effect of the disinfection treatment and storage time on physicochemical, microbiological, and sensory characteristics in slices of mango (*Mangifera indica*) Kent minimally processed

Luis Márquez Villacorta¹, Carla Pretell Vásquez²,
Carlos Minchón Medina³

RESUMEN

Se evaluó el efecto del tratamiento desinfectante y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de rebanadas de mango (*Mangifera indica*) Kent mínimamente procesado. Los frutos fueron seleccionados, clasificados, lavados, pelados y cortados en rebanadas de 0,5 cm de espesor, 4,0 cm de largo y 3,0 cm de ancho; luego sometidos a una inmersión en solución combinada de ácido cítrico (0,5%, p/v), ácido ascórbico (2%, p/v) y cloruro de calcio (1%, p/v) durante 30 s. A continuación, las rebanadas se sometieron a los tratamientos desinfectantes: irradiación UV-C (254 nm) a 15 cm de distancia durante 30 s; ozono gaseoso (500 mg/h) durante 30 min y cobertura comestible a base de gelatina- almidón con extracto de tara al 1% (p/v). Finalmente, las muestras fueron envasadas en bandejas de poliestireno y recubiertas con la película de cloruro de polivinilo perforada, y almacenadas a 5 °C con una humedad relativa de 85-90%, durante 20 días. Cada 5 días, las rebanadas fueron evaluadas en pérdida de peso, color, sólidos solubles, acidez titulable, firmeza, recuento de bacterias aerobias mesófilas viables, psicrófilos y mohos y levaduras. El análisis sensorial se realizó al inicio y final del almacenamiento. Se determinó el efecto significativo del tratamiento desinfectante y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso, color, acidez titulable, recuentos microbiológicos y aceptabilidad general en rebanadas de mango Kent mínimamente procesado. El tratamiento desinfectante ozono produjo las mejores características fisicoquímicas y microbiológicas en las rebanadas de mango durante 20 días de almacenamiento. Los tratamientos desinfectantes presentaron buena aceptabilidad general en las rebanadas de mango hasta el final del almacenamiento.

Palabras clave: Mango, procesamiento mínimo, irradiación UV-C, ozono, cobertura comestible.

¹ Ingeniero en Industrias Alimentarias, Maestro en Tecnología de Alimentos. Docente de la Universidad Privada Antenor Orrego (lmarquezv@upao.edu.pe).

² Ingeniera en Industrias Alimentarias, Maestra en Tecnología de Alimentos. Docente de la Universidad Privada Antenor Orrego.

³ Maestro en Ciencias con mención en Estadística. Docente Principal de la Universidad Nacional de Trujillo.

ABSTRACT

The effect of the disinfection treatment and storage time on physicochemical, microbiological and sensory characteristics in slices of mango (*Mangifera indica*) Kent minimally processed was evaluated. The fruits were selected, classified, washed, peeled and cut in slices 0,5 cm thick, 4,0 cm long, and 3,0 cm wide; then subjected to dipping in combined solution of citric acid (0,5%, w/v), ascorbic acid (2%, w/v) and calcium chloride (1%, w/v) for 30 s. Subsequently, the slices were subjected to treatment disinfectants: UV-C radiation (254 nm) at 15 cm distance for 30 s; ozone gas (500 mg/h) for 30 min; and edible coating gelatin-starch with tara extract 1% (w/v). Finally, samples were packaged in polystyrene trays and covered with polyvinyl chloride film perforated, and stored at 5 °C with a relative humidity of 85-90% for 20 days. Every 5 days, the slices were evaluated in weight loss, colour, soluble solids, titrable acidity, firmness, viable mesophilic aerobic bacteria count, psychrophilic, and yeast and molds. Sensory analysis was performed at the beginning and end of storage. The effect disinfectant significant treatment and storage time on weight loss, colour, titrable acidity, microbial counts, and overall acceptability of Kent mango slices minimally processed. The ozone disinfection treatment produced the best physicochemical and microbiological characteristics of mango slices for 20 days of storage. Disinfectant treatments showed good overall acceptability in the mango slices at the end of storage.

Key words: Mango, minimal processing, UV-C radiation, ozone, edible coating.

1. INTRODUCCIÓN

Las frutas y hortalizas frescas son componentes esenciales de la dieta humana y existe considerable evidencia de beneficios nutricionales y a la salud asociados al consumo de estos alimentos. En USA, Canadá, Nueva Zelanda y varios países de la Unión Europea; Instituciones de Salud Pública han desarrollado campañas recomendando el consumo diario de por lo menos cinco frutas u hortalizas (Abadias y otros, 2008).

Estudios epidemiológicos han demostrado que el consumo de frutas tiene un efecto benéfico para la salud y contribuye a la prevención de procesos degenerativos, particularmente aterosclerosis y cáncer. Estos efectos benéficos han sido atribuidos en parte a la presencia de componentes bioactivos con actividad antioxidante, cuyo mecanismo de acción es inhibir la iniciación o impedir la propagación de las reacciones de oxidación, evitando el daño oxidativo (Robles-Sánchez y otros, 2007).

Están ocurriendo cambios significativos en los estilos de vida y grandes cambios en las tendencias de consumo. Estos cambios han producido una demanda por una amplia gama de productos, y que ha llevado a la gente a pasar menos tiempo cocinando en casa y comer fuera más frecuentemente. Estas tendencias se han reflejado en un incremento en la popularidad de los estantes de ensaladas y han provocado la aparición conveniente de los alimentos mínimamente procesados que están listos para consumir (Abadias y otros, 2008).

La demanda del consumidor por las frutas tropicales mínimamente procesadas está aumentando rápidamente en el mercado mundial (Chiumarelli y otros, 2010), ya que son atractivas para el consumidor si se presentan en un formato conveniente y listos para el consumo (James y Ngarmsak, 2010).

Los vegetales mínimamente procesados son definidos como cualquier fruta u hortaliza que ha sido alterada físicamente (selección, lavado, pelado, deshuesado y/o cortado) a partir de su forma original pero que mantiene su estado fresco, sin procesamiento riguroso, tratados con agentes desinfectantes, estabilizadores de color, retenedores de firmeza y envasados en bolsas o bandejas creando una atmósfera modificada en su interior. Son conservados, distribuidos y comercializados bajo refrigeración (2-5 °C) y están listos para ser consumidos durante 7 a 14 días según el producto y técnica de conservación empleada (Olivas y Barbosa-Cánovas, 2005; Robles-Sánchez y otros, 2007; Bierhals y otros, 2011).

Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas se deterioran rápidamente debido a la presencia de superficies cortadas y tejidos vegetales dañados, a que su metabolismo sigue estando activo causando un fuerte aumento en la tasa de respiración y producción de etileno, que induce la maduración y causa senescencia; lo cual denotado en pardeamiento enzimático, pérdida de la textura, pérdida de agua, mayor susceptibilidad al deterioro microbiano, y la producción de olores y sabores indeseables (Olivas y Barbosa-Cánovas, 2005; Andrade-Cuvi y otros, 2010).

El consumo de alimentos mínimamente procesados aumenta la necesidad de la industria alimentaria para la búsqueda de nuevas técnicas para aumentar la vida útil y facilidad de almacenamiento, así como, para mejorar la seguridad microbiológica de los productos mínimamente procesados (Lin y Zhao, 2007). El verdadero reto en el desarrollo de estos nuevos productos es conseguir procesos novedosos o estrategias de conservación que permitan la obtención de alimentos seguros con sus propiedades nutricionales y características benéficas para la salud muy poco modificadas e incluso potenciadas (Robles-Sánchez y otros, 2007).

La desinfección es una de las etapas más críticas en la producción de alimentos mínimamente procesados ya que está íntimamente relacionada con la seguridad y vida útil del producto final. El principal objetivo de esta operación es eliminar los restos de suciedad y reducir la carga microbiana en la superficie del tejido, la cual es una de las principales causas de la pérdida de calidad en los productos (Garmendia y Vero, 2006; Gil y otros, 2009).

Los agentes desinfectantes garantizan la seguridad y calidad en procesos de la industria alimentaria. Sin embargo, algunos de estos agentes, como el cloro, son ineficientes sobre algunos microorganismos, particularmente a pH alto o contra microorganismos formadores de esporas. Además, el cloro puede reaccionar formando trihalometanos que son de interés tanto para la seguridad alimentaria humana y como contaminantes del medio ambiente (Karaca y Velioglu, 2007). Es necesario, entonces, desarrollar métodos de control alternativos y seguros para el procesamiento de frutas y hortalizas mínimamente procesadas (Andrade-Cuvi y otros, 2010; Sgroppo y Sosa, 2009).

La luz ultravioleta de onda corta (UV-C) es aplicada en la sanitización de agua, aire, envases y contenedores de alimentos, se trata de una radiación no ionizante, de bajo poder de penetración, no tiene acción residual, requiere de escasos cuidados y es inocua para el medio ambiente. Se ha demostrado que la aplicación de luz UV-C es una efectiva técnica de desinfección superficial que reduce la carga microbiana presente en los vegetales. Actúa como un agente antimicrobiano directo debido a que daña el ADN (Allende y otros, 2006; Rico y otros, 2007).

Se atribuye un efecto hermético a las bajas dosis de radiación UV-C sobre los vegetales, resultado de la inducción en la producción de compuestos antifúngi-

cos (fenoles, flavonoides y poliamidas) y retardos en la maduración y senescencia, además de un incremento en la actividad de enzimas que potencian la resistencia del vegetal frente a los microorganismos (Sgroppo y Sosa, 2009; Beltrán y otros, 2010; Andrade-Cuvi y otros, 2010).

El ozono es un desinfectante que destruye microorganismos debido a una oxidación progresiva de los componentes celulares vitales proporcionando un excelente control microbiológico. El ozono es el único producto, que cuando se descompone, es oxígeno; por lo tanto, los productos alimenticios tratados con ozono son libres de residuos desinfectantes como ocurre con otros desinfectantes. En Estados Unidos el ozono es considerado un producto GRAS (generalmente reconocido como seguro) (Xu, 2008).

Se han verificado efectos del ozono sobre la fisiología y calidad postcosecha de frutas y hortalizas, tales como, disminución de la actividad respiratoria y producción de etileno, pérdida de peso, bajo consumo de azúcares, inhibición del pardeamiento enzimático debido a su efecto sobre la actividad de la polifenoloxidasas y peroxidasa y manteniendo de la textura y apariencia visual. Además, ha sido reportado que el ozono induce a la formación de resveratrol y fitoalexinas, logrando una mayor resistencia de las frutas y hortalizas a infecciones microbianas (Karaca y Velioglu, 2007).

Una cobertura comestible es cualquier tipo de material de grado alimentario usado para cubrir o envolver alimentos con la finalidad de extender el tiempo de vida del producto, pudiendo ser consumido con el alimento con o sin la necesidad de ser removido. Las coberturas comestibles proporcionan un reemplazo o fortificación de las capas naturales para prevenir la pérdida de humedad, mientras selectivamente permite el control del intercambio de gases importantes tales como oxígeno, dióxido de carbono y etileno, que están involucrados en el proceso de respiración. Una cobertura puede también proporcionar una superficie estéril y prevenir la pérdida de otros componentes importantes (Embuscado y Huber, 2009; Vargas y otros, 2008).

Los estudios sobre coberturas comestibles con propiedades antimicrobianas van en aumento. Estas podrían prolongar la vida útil y la seguridad de los alimentos por evitar el crecimiento de microorganismos patógenos y alterantes. Teniendo en cuenta que los consumidores demandan menos uso de productos químicos, más atención se ha prestado a la búsqueda

de sustancias naturales capaces de actuar como agentes antimicrobianos (Ponce y otros, 2008).

Existe un incremento interesante en el uso de la tara (*Caesalpinia spinosa*) en la industria alimentaria, debido que de la semilla se obtiene una excelente goma. Además por la actividad antibacteriana y antifúngica demostrada por el extracto acuoso de la cáscara (Cabello, 2009; Añanca, 2009), debido a que contiene taninos que es el principio activo de muchas plantas medicinales (Márquez y Pretell, 2010).

El mango constituye la mayor proporción (38%) de la producción de frutas tropicales a nivel mundial (James y Ngarmak, 2010). Es considerado el rey de las frutas, tiene un gran potencial como producto mínimamente procesado, y ofrece a los consumidores la conveniencia de una fruta exótica, deliciosa y nutritiva (Plotto y otros, 2004; Chien y otros, 2007).

Se considera que el mango peruano es el mejor de todos, debido a que se produce un trópico seco, donde no hay lluvias y el cultivo se maneja más fácilmente. La fruta tiene mejor color, más sólidos totales, más dulzura y menos trementina en la cáscara, lo que lo hace agradable para el gusto. La producción se inicia en el mes de diciembre y se prolonga hasta el mes de marzo, característica muy interesante para la exportación a los países del hemisferio norte ya que se encuentran en contra estación (APEM, 2011; MINAG, 2011).

Ante lo descrito anteriormente la presente investigación planteó los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto del tratamiento desinfectante y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en rebanadas de mango Kent mínimamente procesado.
- Determinar el tratamiento desinfectante y tiempo de almacenamiento, que permita obtener las rebanadas de mango Kent mínimamente procesado con las mejores características fisicoquímicas, menores recuentos microbiológicos y mayores características sensoriales.

2. METODOLOGÍA EMPLEADA

2.1. Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y análisis fueron realizadas en el laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo.

2.2. Materia prima

Se utilizaron frutos de mango variedad Kent procedentes de la provincia de Chao, departamento de La Libertad, cosechados en el mes de marzo del 2011. Se seleccionaron los frutos enteros que no mostraron daño físico (golpes, magulladuras, etc.), exentos de secreción de látex, de manchas necróticas, libres de olor extraño, con un peso entre 450 – 550 g, firmes al tacto y con un contenido de sólidos solubles entre 14-14.5 °Brix en la pulpa.

2.3. Obtención de rebanadas de mango

La cáscara de los mangos se limpió por aspersión con agua potable a fin de extraer el material contaminante, luego sumergidos en una solución de hipoclorito de sodio (200 ppm) durante 5 minutos y se secaron a temperatura ambiente. La fruta se peló manualmente con cuchillos de acero inoxidable, la pulpa se cortó en rebanadas de 0,5 cm de espesor, 4,0 cm de largo y 3,0 cm de ancho. Las rebanadas fueron sumergidas en una solución combinada de ácido cítrico (0,5%, p/v), ácido ascórbico (2%, p/v) y cloruro de calcio (1%, p/v) durante 30 s; el exceso de la solución en la superficie se eliminó mediante un escurrido durante 30 segundos. Posteriormente, las rebanadas se dividieron en cuatro grupos para ser sometidas a los tratamientos desinfectantes, considerándose una muestra control. Finalmente las rebanadas de mango se envasaron en 8 unidades en bandejas de poliestireno recubiertas con película de cloruro de polivinilo (PVC) microperforada, y almacenadas durante 20 días a 5 °C y humedad relativa de 85-90%, para luego ser evaluadas desde el día inicial cada 5 días en sus características fisicoquímicas y microbiológicas; las características sensoriales se evaluaron al inicio y al final del almacenamiento.

2.4. Tratamientos desinfectantes

- **Irradiación UV-C.** Se utilizó una fuente de irradiación de 254 nm (lámpara Philips, modelo TUV G30T8, 30 watts) en la parte superior de la cámara. Las rebanadas de mango en bandejas de poliestireno se colocaron en una cámara de vidrio, a una distancia de 15 cm de la lámpara y sometidas a una exposición de 30 segundos.
- **Ozono gaseoso.** Las rebanadas de mango en las bandejas de poliestireno se colocaron en una cámara de vidrio, conectada a un equipo generador de ozono gaseoso (Mega Ozono S.A.C.- Perú, modelo OZ-500, flujo de 500 mg/h) durante 30 minutos.

- **Cobertura comestible con extracto de tara.** La cobertura se elaboró con una solución de gelatina al 2% (p/v), que fue calentada a 85 °C durante 10 minutos, se enfrió a 30 °C y el pH fue regulado a 2.5 con la adición de ácido cítrico. Luego se obtuvo el extracto de tara al 1% (p/v), por calentamiento en agua de las vainas secas 1% (p/v) a 100 °C durante 5 minutos, se enfrió a 30 °C y el pH fue regulado a 2.5 con la adición de ácido cítrico. Posteriormente, el almidón de yuca se adicionó al 3% (p/v) de la solución extracto y se calentó a 85 °C por 3 minutos; finalmente se mezcló con la solución de gelatina y se dejó enfriar a 30 °C para su aplicación.

2.5. Técnicas analíticas

2.5.1. Pérdida de peso

Se determinó pesando las rebanadas de mango antes y después del periodo de almacenamiento. Los resultados fueron expresados como porcentaje de pérdida de peso con respecto al peso inicial (Chiumarelli y otros, 2010).

2.5.2. Sólidos solubles

Los sólidos solubles se determinaron utilizando el refractómetro ATAGON1 (0 - 32 °Brix), calibrado a 20 °C (Plotto y otros, 2010; Andrade-Cuvi y otros, 2010).

2.5.3. Acidez titulable

Las rebanadas de mango se trituraron finamente, la muestra se diluyó en proporción 1:1 con agua destilada, y se filtró. Se tomó una muestra de 10 mL del sobrenadante y determinó la acidez por titulación con NaOH 0.1 N hasta un punto final de pH= 8.1. La acidez titulable se expresó en % de ácido cítrico (Plotto y otros, 2010; Djioua y otros, 2010).

2.5.4. Color

Se utilizó el sistema CIELAB, usando el colorímetro Kónica-Minolta, modelo CR-400. El equipo se calentó durante 10 min y calibrado con un blanco estándar. Luego se determinó los parámetros de color: luminosidad L (0 para negro y 100 para blanco), cromaticidad a* (verde [-] a rojo [+]), y b* (azul [-] a amarillo [+]). Se reportó el promedio de 5 mediciones (Chiumarelli y otros, 2010; Plotto y otros, 2010).

2.5.5. Firmeza

La firmeza se evaluó mediante la determinación de

la fuerza de penetración (g), utilizando un penetrómetro (Wagner Instruments, Fruit test - FT 02) utilizando 5 rebanas por cada tratamiento. Los resultados se expresaron como la fuerza (N) promedio requerida para penetrar el tejido (De Souza y otros, 2006; Beltrán y otros, 2010).

2.6. Recuento total de bacterias aerobias mesófilas viables, psicrófilos y mohos y levaduras

Se separaron asépticamente 10 g de muestra que se homogenizaron en 90 mL de agua peptonada al 0,1%. Una serie de diluciones fueron preparadas en 9 mL de agua peptonada con 1 mL de alícuota. El recuento de bacterias aerobias mesófilas viables se determinó por duplicado usando el método de siembra en superficie en Agar Patrón para Recuento-PCA (Merck) como medio. Las placas se incubaron a 35 °C durante 48 horas para los aerobios mesófilos y a 5 °C durante 5 días para los psicrófilos. La numeración de mohos y levaduras se realizó en Agar DRBC- Agar Dicloro Rosa Bengala + Cloranfenicol luego de una incubación a 21 °C por 5 días. Los resultados se reportaron en ufc/g (Djioua y otros, 2010; Plotto y otros, 2010; Artés-Hernández y otros, 2010).

2.7. Análisis sensorial

Las rebanadas de mango se sometieron a un análisis sensorial para evaluar la aceptabilidad general usando una escala hedónica estructurada de 9 puntos, donde 9: extremadamente malo, 7: malo, 5: aceptable y límite de aceptabilidad, 3: bueno y 1: excelente. Se trabajó con 30 panelistas no entrenados, consumidores de mango y representantes del público objetivo (Chiumarelli y otros, 2010; Artés-Hernández y otros, 2010).

2.8. Análisis estadístico

Los resultados de las características fisicoquímicas y microbiológicas fueron evaluados por el análisis de varianza (ANVA). Los valores del análisis sensorial fueron evaluados mediante las pruebas de Kruskal Wallis y Mann-Whitney. Se trabajó con dos repeticiones y un nivel de significancia de $p < 0,05$. Se utilizó el programa SPWA para Windows (Statistical Package for The Social Sciences), versión 18.0 (SPSS Inc., 2009).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Pérdida de peso

La pérdida de peso en las rebanadas de mango incremento en función al tiempo de almacenamiento (Figura 1). La velocidad de pérdida fue siempre mayor en la muestra control en comparación con las muestras con tratamientos desinfectantes. La menor pérdida de peso hasta el día 20 de almacenamiento se produjo en las rebanadas tratadas con ozono (3,71%), seguido por la muestra con película con extracto de tara (5,86%) y las sometidas a irradiación UV-C (7,89%). La muestra control origino una elevada pérdida de peso (9,41%) al final del almacenamiento.

El principal mecanismo de la pérdida de peso en las frutas y hortalizas mínimamente procesadas es la difusión de vapor de agua, producida por el gradiente de presión dentro y fuera del alimento, dando como resultado, la pérdida de peso y la degradación del producto, durante el período de almacenamiento. La pérdida de peso de las frutas se asocia principalmente con la respiración y evaporación de la humedad a través de la piel, esta pérdida de agua se ve además favorecida por la degradación de la membrana y la pared celular luego del procesamiento, lo que también resulta en la pérdida de turgencia. La pérdida de peso puede implicar la pérdida de calidad y, en consecuencia, el rechazo de los consumidores (James y Ngarmsak, 2010; Hernández-Muñoz y otros, 2008).

Palou y otros (2002) mencionaron una disminución en la velocidad de pérdida de peso en duraznos y uvas tratadas con ozono y almacenadas a 5 °C durante 4 semanas, en comparación con una muestra control. Indican que probablemente, el tratamiento con ozono redujo la pérdida de agua debido a la disminución de la transpiración en la fruta, pero que este efecto desaparece cuando el alimento regresa a la temperatura ambiente.

Las coberturas comestibles actúan como barreras, que restringen la transferencia de agua y protegen la piel de las frutas de daños mecánicos, sellan las pequeñas heridas del producto después del corte y por lo tanto retrasan la deshidratación, extendiendo así, la vida útil de productos mínimamente procesados (Chiumarelli y otros, 2010; Bierhals y otros, 2011,). Actúan como barreras a la pérdida de agua, causando una alta humedad relativa en el ambiente circundante de las frutas mínimamente procesadas, y por lo tanto reduciendo el gradiente en el exterior (Olivas y Barbosa-Cánovas, 2005).

Márquez y Pretell (2010) reportaron que la utilización de una cobertura comestible a base de gelatina-almidón con extracto de tara en uvas Red Globe almacenadas a 1 °C por 35 días, trabajó eficientemente como barrera al vapor de agua ya que la velocidad de pérdida fue siempre menor en comparación con la muestra control. Un comportamiento similar presentó la cobertura comestible de almidón de yuca en la reducción de pérdida de peso (25%) y filtración de

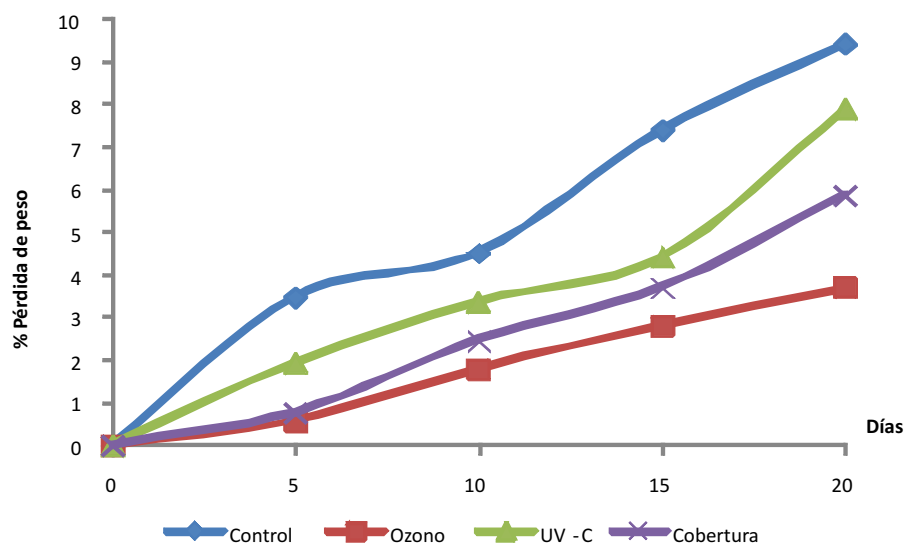


Figura 1. Pérdida de peso en rebanadas de mango con tratamientos desinfectantes almacenadas a 5 °C.

Cuadro 1
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA PÉRDIDA DE PESO EN
REBANADAS DE MANGO CON TRATAMIENTOS
DESINFECTANTES ALMACENADAS A 5 °C

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Tratamientos	56,351	3	18,784	1872,279	0,000
Tiempo	212,373	4	53,093	5292,122	0,000
Interacción	23,011	12	1,918	191,134	0,000
Error	0,201	20	0,010		
Total	291,935	39			

jugo (40%), en rodajas de piña almacenadas a 5 °C por 12 días con respecto a las rodajas de piña sin cobertura (Bierhals y otros, 2011).

El análisis de varianza indicó una diferencia significativa ($p < 0,05$) de los tratamientos desinfectantes y tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso (Cuadro 1).

Chiumarelli y otros (2010) determinaron diferencia significativa a un nivel de confianza del 95%, del uso de almidón de yuca como cobertura comestible y el tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de peso de rebanadas de mango Tommy Atkins almacenadas a 5 °C por 15 días. Chien y otros (2007) indicaron diferencia significativa a un nivel de confianza del 95%, del uso de la cobertura comestible de quitosano sobre la pérdida de peso de rebanadas de mango Irwin almacenadas a 6 °C por 7 días.

3.2. Color

El color en las rebanadas de mango fue afectado por los tratamientos desinfectantes y tiempo de almacenamiento (Figura 2). La evaluación se fundamentó en el valor de la luminosidad (valor L), componentes del verde al rojo (valor a^*) y componentes del azul al amarillo (valor b^*).

Los valores de L en las rebanadas de mango disminuyeron con el tiempo de almacenamiento, esta reducción indica la pérdida de luminosidad o brillantez, parámetro usado como indicador de pardeamiento (González-Aguilar y otros, 2008, Djioua y otros, 2010). Los valores de luminosidad más elevados al final del almacenamiento se obtuvieron con los tratamientos de ozono (62,78) y cobertura con extracto de

tara (62,01). La desinfección con irradiación UV-C denotó alta luminosidad hasta el día 10 de almacenamiento para terminar el día 20 con un bajo valor (60,90), similar a la muestra testigo (60,13).

Chauhan y otros (2011) indicaron que los palitos de zanahoria mínimamente procesada tratados con ozono presentaron valores de L más elevados en comparación con la muestra control durante 30 días de almacenamiento a 6 °C. Mencionan que el ozono en combinación con la atmósfera modificada minimizó la lignificación y la actividad de la polifenoloxidasas responsable del pardeamiento enzimático. Artés-Hernández y otros (2010) mencionaron que los cubos de sandía mínimamente procesada tratados con irradiación UV-C denotaron mayores valores de luminosidad comparados con una muestra testigo durante 11 días de almacenamiento a 5 °C.

Márquez y Pretell (2010) reportaron que el uso de una cobertura comestible a base de gelatina-almidón con extracto de tara disminuyó el cambio del valor L en uvas almacenadas a 1 °C por 35 días, al compararlas con una muestra control, indicando que la retención del color en la superficie de la fruta fue resultado de la atmósfera modificada creada por la cobertura alrededor de la fruta. Chiumarelli y otros (2010) indicaron que el uso de recubrimientos de almidón de yuca mejoran los niveles L de las rebanadas de mango Tommy Atkins, con respecto a las que no están recubiertas, durante su almacenamiento a 5 °C por 15 días. Estos resultados se fundamentan en la fuerte barrera de gases que ejerce la cobertura en la fruta, reduciendo el oxígeno disponible en la superficie, por lo tanto disminuye las reacciones de pardeamiento.

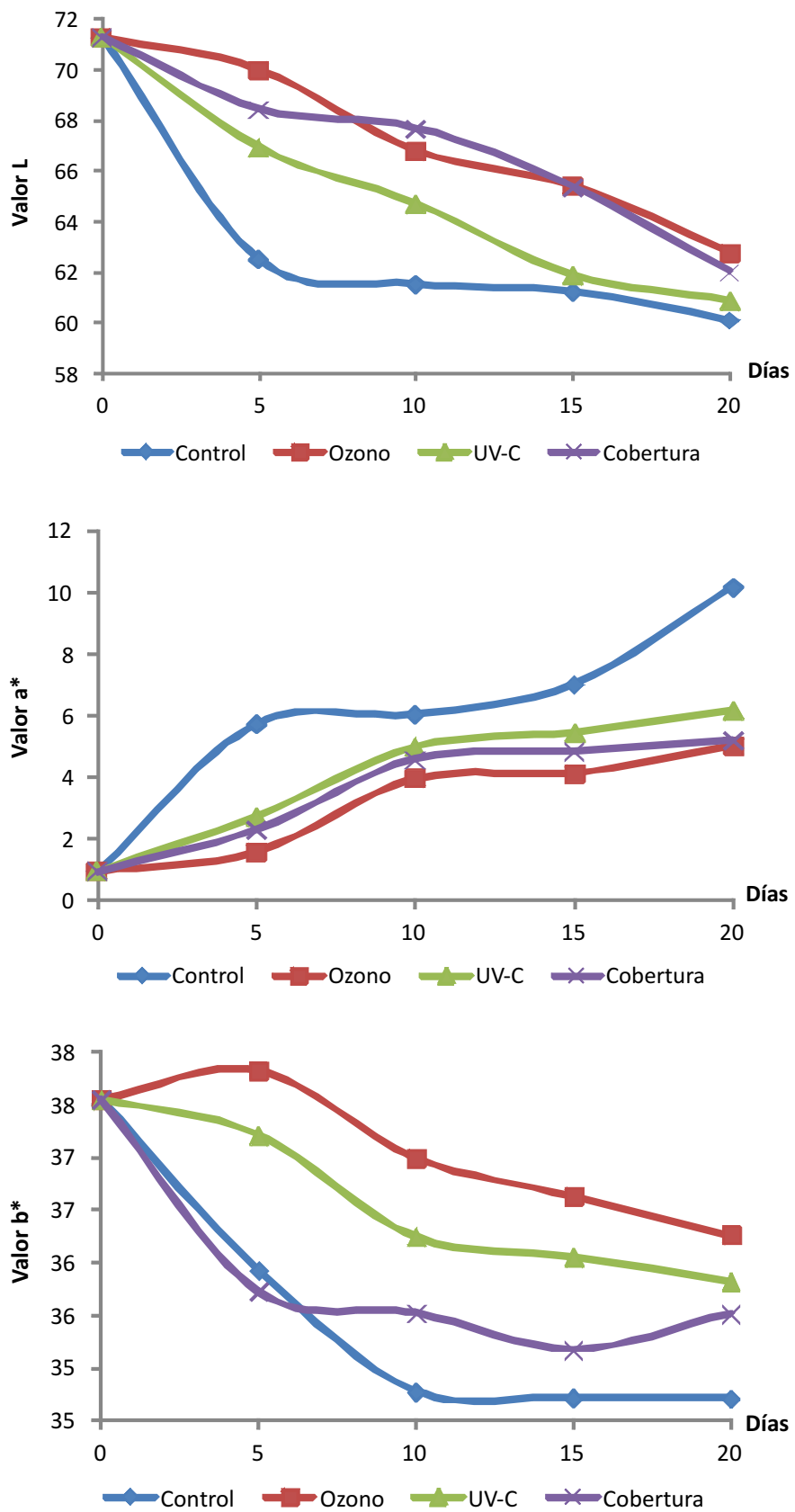


Figura 2. Cambios en valores L, a*, y b* en rebanadas de mango con tratamientos desinfectantes almacenadas a 5 °C.

El valor de a^* de las rebanadas de mango aumentó con el tiempo de almacenamiento, este incremento indica el oscurecimiento de la fruta con una tendencia a coloración rojo-naranja, lo cual se puede relacionar con el proceso de maduración de la fruta (Chien y otros, 2007). El valor de a^* durante todo el tiempo de almacenamiento incrementó en menor nivel en las muestras tratadas con agentes desinfectantes, así tenemos, que el día 20 de almacenamiento las rebanadas procesadas con ozono, cobertura con extracto de tara e irradiación UV-C, presentaron valores de 5,04, 5,19 y 6,10, respectivamente; en comparación con la muestra control con un valor de 10,17.

El parámetro de color b^* de las rebanadas de mango disminuyó con el tiempo de almacenamiento, esta disminución indica la tendencia a la pérdida del color amarillo inicial en la pulpa de mango hacia su oscurecimiento (González-Aguilar y otros, 2008). El valor de b^* presentó una menor velocidad de reducción durante todo el tiempo de almacenamiento en las muestras procesadas con agentes desinfectantes, así tenemos, que al final del almacenamiento las rebanadas tratadas con ozono, irradiación UV-C y cobertura

con extracto de tara, presentaron valores de 36,26, 35,83 y 35,51, respectivamente; en comparación con la muestra control con un valor de 34,71.

Comportamientos similares en los parámetros de color a^* y b^* fueron reportados en palitos de zanahorias mínimamente procesadas tratadas con ozono durante 30 días de almacenamiento a 6 °C, comparados con una muestra testigo (Chauhan y otros, 2011). En uvas con cobertura comestible a base de gelatina-almidón con extracto de tara almacenadas a 1 °C por 35 días, en contraste con una muestra control (Márquez y Pretell, 2010).

El análisis estadístico de los parámetros del color en las rebanadas de mango indicó que existió un efecto significativo ($p < 0,05$) de los tratamientos desinfectantes y tiempo de almacenamiento sobre los parámetros L , a^* y b^* (Cuadro 2).

Chauhan y otros, (2011) indicaron diferencia significativa a un nivel de confianza del 95%, del uso de ozono y tiempo de almacenamiento sobre los parámetros de color L , a^* y b^* en palitos de zanahoria mínimamente procesada tratados con ozono durante 30 días de almacenamiento a 6 °C. Manzocco y otros

Cuadro 2
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS PARÁMETROS DE COLOR L ,
 a^* y b^* EN REBANADAS DE MANGO CON TRATAMIENTOS
DESINFECTANTES ALMACENADAS A 5 °C

Parámetro	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
L	Tratamientos	112,394	3	37,465	115,152	0,000
	Tiempo	450,985	4	112,746	346,538	0,000
	Interacción	44,234	12	3,686	11,330	0,000
	Error	6,507	20	0,325		
	Total	614,120	39			
a^*	Tratamientos	54,535	3	18,178	123,392	0,000
	Tiempo	170,471	4	42,618	289,282	0,000
	Interacción	23,695	12	1,975	13,403	0,000
	Error	2,946	20	0,147		
	Total	251,648	39			
b^*	Tratamientos	9,836	3	3,279	53,904	0,000
	Tiempo	28,546	4	7,137	117,330	0,000
	Interacción	3,281	12	0,273	4,495	0,002
	Error	1,216	20	0,061		
	Total	42,880	39			

(2011) reportaron diferencia significativa a un nivel de confianza del 95% de la aplicación de irradiación UV-C y tiempo de almacenamiento sobre los parámetros de color L, a* y b* en rodajas de manzana mínimamente procesada almacenadas a 6 °C durante 15 días. Artés-Hernández y otros (2010) indicaron diferencia significativa a un nivel de confianza del 95% de la aplicación de irradiación UV-C y tiempo de almacenamiento sobre el valor L en cubos de sandía mínimamente procesada almacenados a 5 °C durante 11 días.

Márquez y Pretell (2010) reportaron diferencia significativa a un nivel de confianza del 95% de la utilización de una cobertura comestible a base de gelatina-almidón con extracto de tara y el tiempo de almacenamiento sobre los parámetros de color L, a* y b* en uvas almacenadas 1 °C por 35 días.

3.3. Sólidos solubles

El contenido de sólidos solubles en las rebanadas de mango aumentó ligeramente en función del tiempo de almacenamiento (Figura 3). En general el cambio cuantitativo de los sólidos solubles durante el almacenamiento no constituye un patrón importante en las frutas mínimamente procesadas, lo cual podría estar determinado por la baja temperatura de almacenamiento (González-Aguilar y otros, 2008; Salinas-Hernández y otros, 2010). Este comportamiento pudo ser observado en el presente estudio en las rebanadas de mango tratadas con agentes desinfectantes y la muestra control.

Salinas-Hernández y otros (2010) indicaron un cambio poco variable en el contenido de sólidos solubles en cubos de mango Haden mínimamente proce-

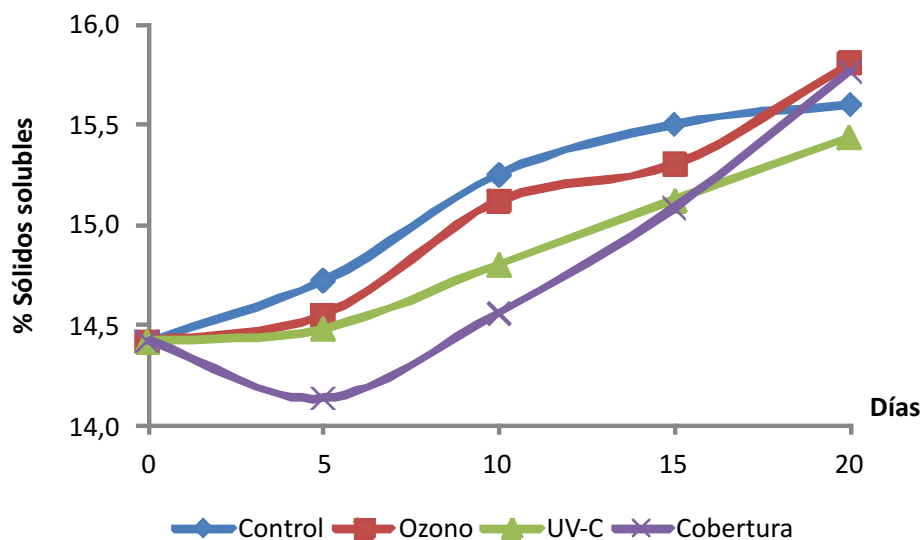


Figura 3. Contenido de sólidos solubles en rebanadas de mango con tratamientos desinfectantes almacenadas a 5 °C.

Cuadro 3
ANÁLISIS DE VARIANZA EL CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES EN REBANADAS DE MANGO CON TRATAMIENTOS DESINFECTANTES ALMACENADAS A 5 °C

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Tratamientos	0,091	4	0,023	1,120	0,375
Tiempo	0,557	3	0,186	9,128	0,001
Interacción	0,158	12	0,013	0,649	0,778
Error	0,407	20	0,020		
Total	1,213	39			

sados almacenados a 5 °C durante 15 días. Dea y otros (2010b), reportaron el ligero aumento del contenido de sólidos solubles en rebanadas de mango Kent mínimamente procesado durante su almacenamiento por 10 días a 5 °C. Plotto y otros (2004) mencionaron una pequeña variación del contenido de sólidos solubles en rebanadas de mango Tommy Aktins mínimamente procesado tratadas con cobertura de carboximetilcelulosa y almacenadas a 5°C durante 21 días.

El análisis estadístico del contenido de sólidos solubles en las rebanadas de mango indicó que existió un efecto significativo ($p < 0,05$) del tiempo de almacenamiento mas no de los tratamientos desinfectantes ($p > 0,05$) (Cuadro 3).

Plotto y otros (2004) indicaron la no existencia de diferencia significativa a un nivel de confianza del

95%, del uso de cobertura de carboximetilcelulosa sobre el contenido de sólidos solubles en rebanadas de mango Tommy Aktins mínimamente procesadas y almacenadas a 5°C durante 21 días. Andrade-Cuvi y otros (2010) reportaron la no existencia de diferencia significativa a un nivel de confianza del 95% de la aplicación de irradiación UV-C y tiempo de almacenamiento sobre el contenido de sólidos solubles en rodajas de carambola mínimamente procesada almacenadas a 5 °C durante 21 días.

3.4. Acidez titulable

El porcentaje de acidez titulable en rebanadas de mango disminuyó en función del tiempo de almacenamiento para las muestras tratadas con agentes desinfectantes y el control (Figura 4). Los ácidos orgánicos tienden a disminuir al transcurrir el almacenamiento,

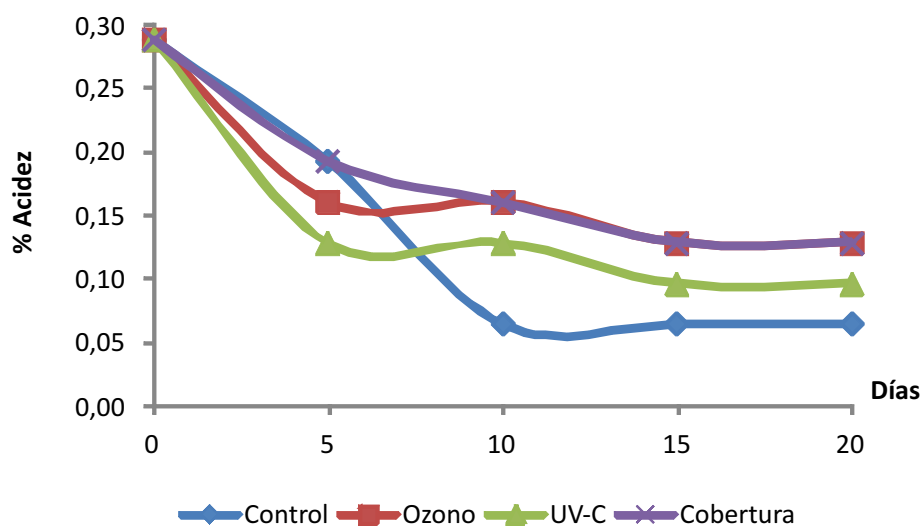


Figura 4. Acidez titulable en rebanadas de mango con tratamientos desinfectantes almacenadas a 5 °C.

Cuadro 4

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ACIDEZ TITULABLE EN REBANADAS DE MANGO CON TRATAMIENTOS DESINFECTANTES ALMACENADO A 5 °C

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Tiempo	0,258	4	0,065	60,036	0,000
Tratamiento	0,014	3	0,005	4,413	0,015
Interacción	0,007	12	0,001	0,544	0,860
Error	0,022	20	0,001		
Total	0,301	39			

a medida que son utilizados durante la respiración donde son convertidos en azúcares, como ocurre en las frutas mínimamente procesadas (Alvarenga y otros, 2010).

De Souza y otros (2006) mencionan una tendencia decreciente en la acidez titulable del mango mínimamente procesado durante su almacenamiento. Donadon y otros (2003) indicaron una disminución en la acidez titulable de rebanadas de mango Parvin mínimamente procesadas almacenada a 3 °C durante 14 días. Chien y otros (2007), reportaron una disminución del porcentaje de acidez titulable durante 7 días de almacenamiento a 6 °C en rebanadas de mango Irwin recubiertas con quitosano.

El análisis estadístico de la acidez titulable en las rebanadas de mango indicó que existió un efecto significativo ($p < 0,05$) de los tratamientos desinfectantes y tiempo de almacenamiento (Cuadro 4).

Donadon y otros (2003) indicaron diferencia significativa a un nivel de confianza del 95%, del tipo de empaque y tiempo de almacenamiento sobre la acidez titulable en rebanadas de mango Parvin mínimamente procesadas almacenada a 3 °C durante 14 días.

3.5. Firmeza

La firmeza medida como la fuerza de penetración en las rebanas de mango fue disminuyendo a medida

que transcurrieron los días de almacenamiento (Figura 5). Las rebanadas de mango tratadas con agentes desinfectantes produjeron una muy buena retención de la firmeza durante los 15 días para luego disminuir ligeramente al final del almacenamiento, produciendo valores de 2,49, 2,27 y 2,21 N para el tratamiento con ozono, cobertura con extracto de tara e irradiación UV-C, respectivamente. La muestra control presentó un resultado levemente menor con 1,93 N.

La firmeza es una cualidad sensorial, con un rol muy relevante en la determinación de la aceptabilidad por parte de los consumidores. La firmeza de los frutos está influenciada por factores estructurales y químicos, entre los que se encuentran los constituyentes bioquímicos de los organelos celulares, el contenido de agua y la composición de la pared celular. Por tanto, cualquier agente externo que afecte a uno o varios de estos factores puede modificar la firmeza y, en consecuencia, inducir cambios que modifiquen la calidad final del producto (Martínez-Romero y otros, 2007).

Productos mínimamente procesados que mantienen la firmeza y turgencia del tejido son altamente deseables por los consumidores ya que son asociados con la frescura y salubridad; la apariencia de un producto blando puede dar lugar a su rechazo antes de ser consumido. Los cambios de textura en frutas y hortalizas están relacionados a ciertos procesos enzimáticos y

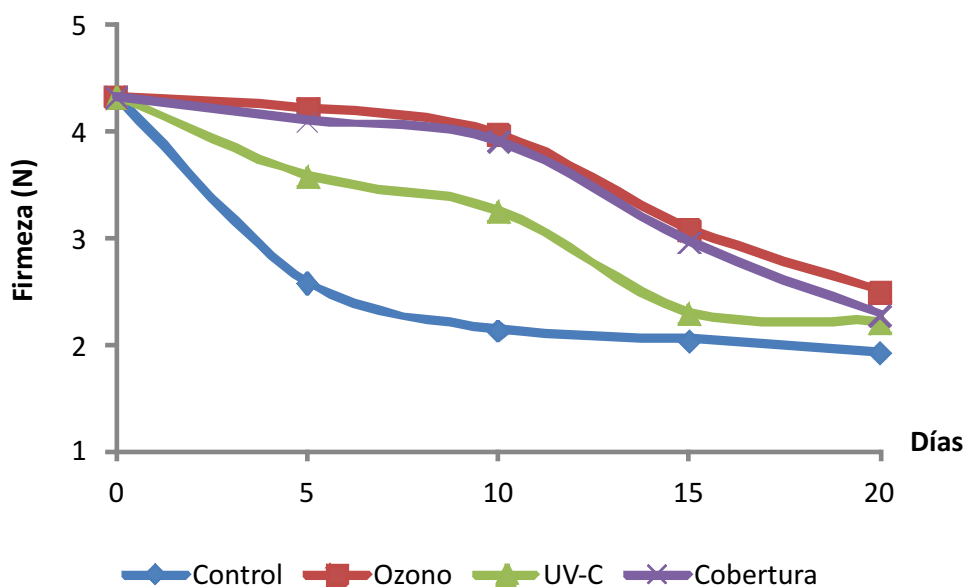


Figura 5. Firmeza en rebanadas de mango con tratamientos desinfectantes almacenadas a 5 °C.

no enzimáticos. La pectina es primero parcialmente desmetilada por la enzima pectinmetilesterasa y luego despolimerizada por la poligalacturasa en ácido poligalacturónico causando la pérdida de firmeza, sin embargo, el control de la activación de la enzima pectinmetilesterasa resulta en el mejoramiento de la textura, y se puede dar por el incremento de cadenas de reticulación entre pectina y cationes (Lin y Zhao, 2007; Rico y otros, 2007).

La inmersión de las rebanadas de mango en una solución de cloruro de calcio antes de su desinfección y envasado permitió mantener de manera general la firmeza hasta el final del almacenamiento. El cloruro de calcio es ampliamente usado como un agente conservante y mejorador de la firmeza en vegetales enteros o mínimamente procesados. El uso de cloruro de calcio evita el desarrollo de una acidez excesiva, sabores extraños y formación de compuestos cancerígenos vinculados al uso de cloro. El calcio está involucrado en el mantenimiento de la textura, los iones calcio forman enlaces o puentes con los grupos carboxilo libres de las pectinas y otros polisacáridos, resultando en el fortalecimiento de la pared celular. Los complejos de calcio mejoran integridad de la estructura a nivel de la pared celular y en las laminillas medias de los polisacáridos como el ácido poligalacturónico (Martín-Diana y otros, 2007).

González-Aguilar y otros (2006) indicaron que las rebanadas de mango Kent mínimamente procesadas tratadas con irradiación UV-C denotaron mayor retención de la firmeza comparados con una muestra testigo durante 14 días de almacenamiento a 5 °C.

Márquez y Pretell (2010) reportaron que el uso de una cobertura comestible a base de gelatina-almidón con extracto de tara produjo una menor pérdida de

firmeza en uvas almacenadas a 1 °C por 35 días, al compararlas con una muestra control. Indican que el almacenamiento en atmósferas con bajas concentraciones de oxígeno y altas de dióxido de carbono, como las formadas por las coberturas biodegradables, reducen las actividades de las enzimas pécticas y permiten la retención de la firmeza en frutas y vegetales.

El análisis estadístico de la firmeza en las rebanadas de mango indicó que no existió un efecto significativo ($p > 0,05$) de los tratamientos desinfectantes y tiempo de almacenamiento (Cuadro 5).

3.6. Análisis microbiológico

El recuento de total de bacterias aerobias mesófilas viables, psicrófilos y mohos y levaduras fue incrementando con el transcurso del almacenamiento (Figura 6).

El recuento inicial de bacterias aerobias mesófilas viables y psicrófilos para la muestra control fue de 2,0 log ufc/g, valor superior a los presentados por las rebanadas tratadas con ozono (1,0 log ufc/g), irradiación UV-C (1,3 y 1,48 log ufc/g) y cobertura con extracto de tara (1,8 y 1,7 log ufc/g). Los primeros 5 días de almacenamiento se observó un crecimiento acelerado para luego continuar el desarrollo microbiano de manera casi constante, llegando la muestra control al final del almacenamiento con valores de 3,0 y 3,7 log ufc/g, para las bacterias aerobias mesófilas viables y psicrófilos, que resulta superior a los recuentos presentados por los tratamientos desinfectantes.

En el recuento de mohos y levaduras se encontró un crecimiento inicial de 2,6 log ufc/g, registro mayor al presentado por las rebanadas tratadas con ozono (2,0 log ufc/g) e irradiación UV-C y cobertura con extracto de tara (2,3 log ufc/g). Durante el tiempo de almacenamiento se observó una mayor velocidad de

Cuadro 5
ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA FIRMEZA EN REBANADAS DE MANGO CON TRATAMIENTOS DESINFECTANTES ALMACENADAS A 5 °C

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Tratamientos	1,129	3	0,376	0,507	0,682
Tiempo	4,720	4	1,180	1,591	0,216
Interacción	9,988	12	0,832	1,122	0,396
Error	14,837	20	0,742		
Total	30,674	39			

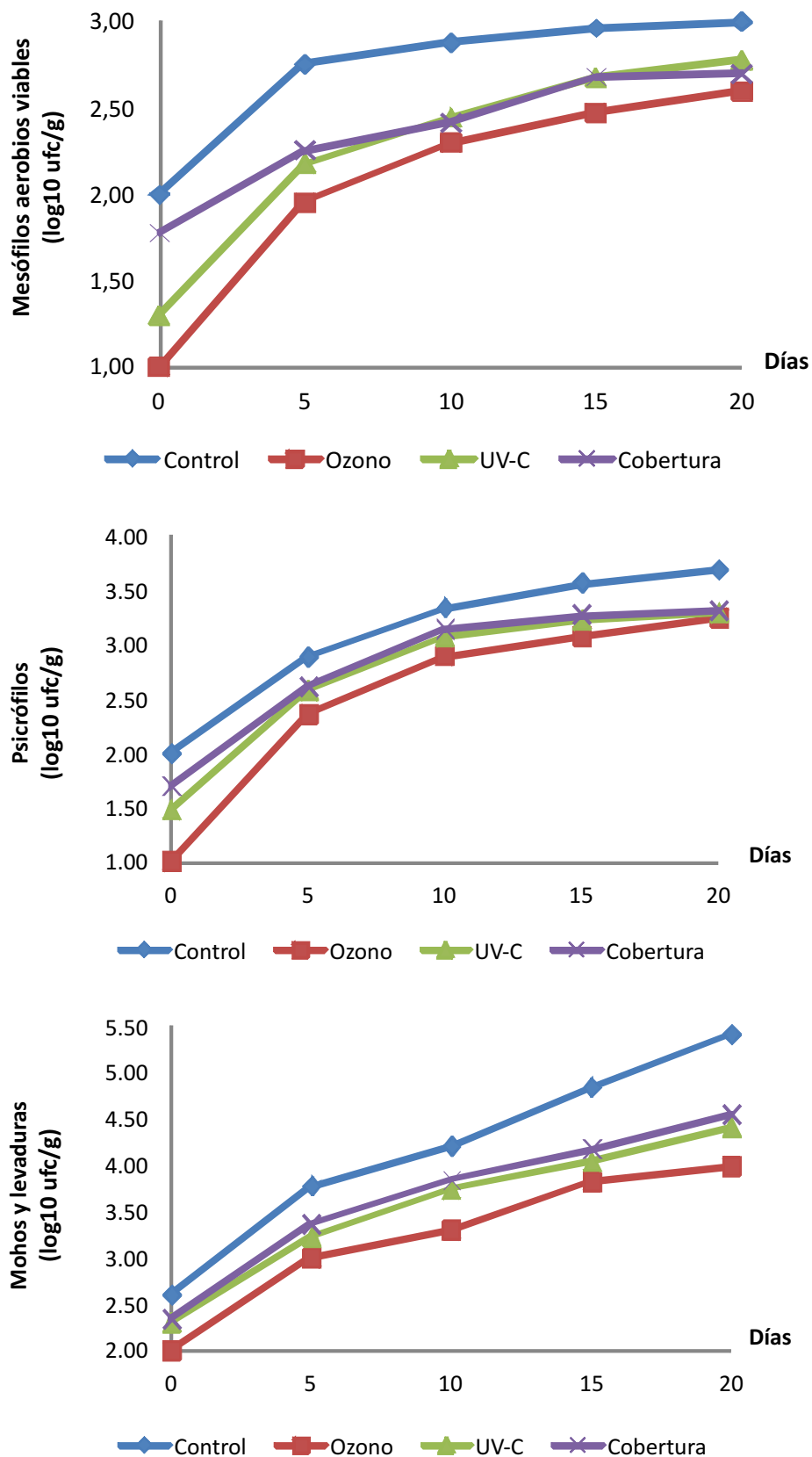


Figura 6. Recuentos de bacterias aerobias mesófilas viables, psicrófilos y mohos y levaduras en rebanadas de mango con tratamientos desinfectantes almacenadas a 5 °C.

crecimiento de los mohos y levaduras en comparación con las bacterias mesófilas y psicrófilas, alcanzándose un valor de 5,4 log ufc/g para la muestra control, y recuentos de 4,0, 4,4 y 4,5 log ufc/g, para los tratamientos con ozono, irradiación UV-C y cobertura con extracto de tara, respectivamente.

La actividad microbiana es la principal causa de deterioro de los alimentos y en la mayoría de los casos, es la responsable de la pérdida de calidad y salubridad. La pérdida de la cáscara como protección natural de la fruta, el daño del proceso de la superficie cortada y la disponibilidad de nutrientes de la célula proporcionan buenas condiciones para el desarrollo de los microorganismos y a baja temperatura (4-6 °C) favorece el incremento del desarrollo de bacterias psicrófilas en las frutas mínimamente procesadas (Djioua y otros, 2010).

Estos resultados no sólo confirman la eficiencia de los tratamientos desinfectantes utilizados, sino que también, indican la capacidad de promover una mayor estabilidad microbiana durante el almacenamiento de las rebanadas de mango Kent mínimamente procesado, logrando alcanzar un mayor tiempo de vida en el producto.

Chahuan y otros (2011) indicaron un menor recuento de bacterias aerobias mesófilas viables y mohos y levaduras en palitos de zanahoria mínimamente procesada tratadas con ozono y almacenadas durante 30 días a 6 °C. Artés-Hernández y otros (2010) reportaron una disminución en el crecimiento de aerobios mesófilos viables y psicrófilos en cubos de sandía mínimamente procesada tratados con irradiación UV-C y almacenados durante 11 días a 5 °C. Márquez y Pretell (2010) reportaron un menor desarrollo de bacterias aerobias mesófilas viables y mohos y levaduras en uvas tratadas con una cobertura comestible a base de gelatina-almidón con extracto de tara, en comparación con una muestra control, durante 35 días de almacenamiento a 1 °C.

El análisis estadístico del recuento de bacterias aerobias mesófilas viables, psicrófilos y mohos y levaduras en las rebanadas de mango indicó que existió un efecto significativo ($p < 0,05$) de los tratamientos desinfectantes y tiempo de almacenamiento (Cuadro 6).

Chahuan y otros (2011) indicaron diferencia significativa a un nivel de confianza del 95% del uso de ozono y el tiempo de almacenamiento sobre el recuen-

Cuadro 6
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RECuento DE BACTERIAS
AEROBIAS MESÓFILAS VIABLES, PSICRÓFILOS Y MOHOS Y
LEVADURAS EN REBANADAS DE MANGO CON TRATAMIENTOS
DESINFECTANTES ALMACENADAS A 5 °C

Recuento	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Mesófilos aerobios viables	Tratamientos	2,097	3	0,699	74,847	0,000
	Tiempo	6,788	4	1,697	181,734	0,000
	Interacción	0,303	12	0,025	2,702	0,024
	Error	0,187	20	0,009		
	Total	9,374	39			
Psicrófilos	Tratamientos	4,815	3	1,605	1329,352	0,000
	Tiempo	24,551	4	6,138	5083,888	0,000
	Interacción	0,564	12	0,047	38,898	0,000
	Error	0,024	20	0,001		
	Total	29,953	39			
Mohos y levaduras	Tratamientos	4,815	3	1,605	1329,352	0,000
	Tiempo	24,551	4	6,138	5083,888	0,000
	Interacción	0,564	12	0,047	38,898	0,000
	Error	0,024	20	0,001		
	Total	29,953	39			

to de bacterias aerobias mesófilas viables y mohos y levaduras en palitos de zanahoria mínimamente procesada almacenados durante 30 días a 6 °C.

Artés-Hernández y otros (2010) reportaron diferencia significativa a un nivel de confianza del 95% del uso de irradiación UV-C y el tiempo de almacenamiento sobre el crecimiento de aerobios mesófilos viables y psicrófilos en cubos de sandía mínimamente procesada almacenados durante 11 días a 5 °C.

3.7. Características sensoriales

El análisis de las características sensoriales se realizó a través de una escala hedónica de 9 puntos para la evaluación de la aceptabilidad general en las rebanadas de mango. En el Cuadro 7, se presenta la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis que es equivalente a una forma de análisis de varianza (Montgomery, 2002). Se observa que en el día 0 no existió diferencia significativa ($p > 0,05$) del tratamiento desinfectante y tiempo de almacenamiento en la evaluación sensorial de las rebanadas de mango. En el día 20, el valor $p < 0,05$, se evidenció un efecto significativo de las variables independientes sobre la aceptabilidad general de las rebanadas de mango.

En el Cuadro 8, la prueba de Mann-Whitney indica que a los 0 días de almacenamiento no existió diferencia significativa ($p > 0,05$) entre tratamientos desinfectantes y muestra control, lo cual si se evidenció ($p < 0,05$) el día 20 de almacenamiento, por lo tanto, las rebanadas de mango tratadas con ozono, irradiación UV-C y cobertura comestible a base de gelatina-almidón con extracto de tara pueden ser consideradas como las de mayores características sensoriales al presentar el mismo valor de aceptación con 3 puntos que corresponde según la escala a una percepción de bueno, en comparación con la muestra control que indicó un valor de 5 puntos que se encuentra por debajo del límite de aceptación.

En la Figura 7, se presentan imágenes de las rebanadas de mango Kent procesadas con tratamientos desinfectantes y la muestra control almacenadas a 5 °C durante 20 días.

4. CONCLUSIONES

- El efecto del tratamiento desinfectante y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en rebanadas

Cuadro 7

PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS PARA LA ACEPTABILIDAD GENERAL DE REBANADAS DE MANGO CON TRATAMIENTOS DESINFECTANTES ALMACENADAS A 5 °C

Tratamiento	Día 0		
	Media	Moda	Día 0
UV-C	2	1	57,40
Ozono	2	1	52,42
Cobertura	2	1	65,00
Control	2	2	67,18
Chi-cuadrado			3,941
p			0,268
Tratamiento	Día 20		
	Media	Moda	Día 20
UV-C	3	3	42,30
Ozono	3	1	54,53
Cobertura	3	3	54,47
Control	5	4	90,70
Chi-cuadrado			34,384
p			0,000

Cuadro B
**PRUEBA DE MANN-WHITNEY PARA LA ACEPTABILIDAD GENERAL
 DE REBANADAS DE MANGO CON TRATAMIENTOS
 DESINFECTANTES ALMACENADAS A 5 °C**

Día	Tratamientos		Mann-Whitney	Z	P
0	UV-C	Ozono	415,000	-,561	0,575
		Película	396,000	-,856	0,392
		Control	376,000	-1,163	0,245
	Ozono	Película	360,000	-1,429	0,153
		Testigo	332,500	-1,857	0,063
	Cobertura	Control	441,000	-,141	0,888
7	UV-C	Ozono	392,000	-,886	0,376
		Película	346,000	-1,705	0,088
		Control	66,000	-5,809	0,000
	Ozono	Película	446,000	-,062	0,951
		Testigo	217,000	-3,545	0,000
	Cobertura	Control	161,000	-4,406	0,000



Ozono



Irradiación UV-C



Cobertura Comestible



Control

Figura 7. Imágenes de las rebanadas de mango procesadas con tratamientos desinfectantes y la muestra control almacenadas a 5 °C durante 20 días.

de mango Kent mínimamente procesado fue significativo, a excepción del contenido de sólidos solubles y firmeza.

- El tratamiento desinfectante ozono gaseoso produjo las mejores características fisicoquímicas y menores recuentos microbiológicos en rebanadas de mango Kent mínimamente procesado almacenadas a 5 °C durante 20 días.

- Las rebanadas de mango Kent desinfectadas de ozono, irradiación UV-C y cobertura comestible a base de gelatina-almidón con extracto tara; presentaron las mayores características sensoriales, en comparación con la muestra control hasta los 20 días de almacenamiento a 5 °C.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abadías M, Viñas I, Anguera M, Alegre I, Oliveira M. 2008. Control de *E. coli* O157:H7 en vegetales mínimamente procesados mediante el uso de distintos desinfectantes. Avances en maduración y post-recolección de frutas y hortalizas. 623-631.

Allende A, Tomás-Barberan F, Gil M. 2006. Minimal processing for healthy traditional food. Trends in food science and technology 17: 513-519.

Alvarenga J, Resende R, Freitas C, Mara E, Audi J, de Oliveira L. 2010. Cinética de degradação de vitamina C em mangas 'Palmer' mínimamente processadas armazenadas em diferentes temperaturas. Ciênc. agrotec. Lavras 34(3): 714-721.

Andrade-Cuvi M, Moreno-Guerrero C, Henríquez-Bucheli A, Gómez-Gordillo A, Concellón A. 2010. Influencia de la radiación UV-C como tratamiento postcosecha sobre carambola (*Averrhoa carambola* L.) mínimamente procesada almacenada en refrigeración. Revista iberoamericana de tecnología postcosecha 11:18-27.

Añanca E. 2009. Efecto antimicrobiano in vitro del extracto acuoso de vainas de *caesalpinia spinosa* (tara) en cepas de *staphylococcus aureus* y *streptococcus pyogenes*. Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico de la Universidad Jorge Basadre Grohmann.

APEM. 2011. Asociación Peruana de Productores y Exportadores de Mango. Disponible en: <http://www.apem.org.pe/muestra.html>. Fecha de acceso: 04 de abril del 2011.

Artés-Hernández F, Robles P, Gómez P, Tomás-Callejas A, Artés F. 2010. Low UV-C illumination for keeping overall quality of fresh-cut watermelon. Postharvest biology and technology 55: 114-120.

Beltran A, Ramos N, Alvarez M. 2010. Estudio de la vida útil de fresas (*Fragaria vesca*) mediante tratamiento con radiación ultravioleta de onda corta UV-C. Revista Tecnológica ESPOL 23(2): 17-24.

Bierhals V, Chiumarelli M, Hubinger M. 2011. Effect of cassava starch coating on quality and shelf life of fresh-cut pineapple (*Ananas Comosus* L. Merrill cv *Perola*). Journal of food science 76(1): 62-72.

Cabello I. 2009. Monografía de Tara *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. Disponible en: <http://www.biocomercioperu.org/admin/recursos/contenidos/Monografia%20de%20tara%20-%20final.pdf>. Fecha de acceso: 08 de enero del 2011.

Chauhan O, Raju P, Navi N, Singh A, Bawa A. 2011. Effectiveness of ozone in combination with controlled atmosphere on quality characteristics including lignifications of carrot sticks. Journal of food engineering 102: 43-48.

Chien P, Sheu, Yang F. 2007. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. Journal of food engineering 78:225-229.

Dea S, Brechta J, Nunesb C, Baldwin E. 2010b. Quality of fresh-cut Kent mango slices prepared from hot water or non-hot water-treated fruit. Postharvest biology and technology 56:171-180.

Chiumarelli M, Pereira L, Ferrari C, Sarantópoulos C, Hubinger M. 2010. Cassava starch coating and citric acid to preserve quality parameters of fresh cut "Tommy Atkins" Mango. Journal of food science 75: 297-304.

De Souza B, Durigan J, Rodrigues Donadon J, De Souza P. 2006. Mangas mínimamente processadas amadurecidas naturalmente ou com etileno e armazenadas em diferentes embalagens. Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal - SP 28(2): 271-275.

Djioua T, Charles F, Freire M, Filgueiras H, Ducamp-Collin M, Sallanon H. 2010. Combined effects of postharvest heat treatment and chitosan coating on quality of fresh-cut mangoes (*Mangifera indica* L.). International journal of food science and technology 45:849-855

Donadon J, Durigan J, De Souza B, Lima M. 2003. Productos mínimamente processados de mangas "Parvin" conservados em diferentes embalagens. Alim. Nutr. Araraquara 14(1):87-92.

Embuscado M, Huber K. 2009. Edible films and coatings for food applications. Springer Dordrecht Heidelberg London New York.

Garmendia G, Vero S. 2006. Métodos para la desinfección de frutas y hortalizas. Distribución y Alimentación 197: 18-28.

Gil M, Allende A, López-Gálvez F, Selma M. 2009. ¿Hay alternativas al cloro como higienizantes para productos de cuarta gama?. Horticultura Internacional 69: 38-45.

González-Aguilar G, Villegas-Ochoa M, Cuamea-Navarro F, Ayala-Zavala J. 2006. Efecto de la irradiación UV-C sobre la calidad de mango fresco cortado. I Simpósio Iberoamericano de Vegetais Frescos Cortados: 59-64.

González-Aguilar G, Celis J, Sotelo-Mundo R, de la Rosa L, Rodrigo-García J Álvarez-Parrilla E. 2008. Physiological and biochemical changes of different fresh-cut mango cultivars stored at 5 °C. International Journal of food science and technology 43: 91-101.

Hernández-Muñoz P, Almenar E, Del Valle V, Velez D, Gavara R. 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa*) quality during refrigerated storage. Food Chemistry 110: 428-435.

James J, Ngarmak T. 2010. Processing of fresh-cut tropical fruits and vegetables: a technical guide. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific.

Karaca H, Velioglu S. 2007. Ozone applications in fruit and vegetable processing. Food reviews international 23: 91-106.

- Lin D, Zhao Y. 2007. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive reviews in food science and food safety* 6: 60-75.
- Manzocco L, Da Pieve S, Bertoloni A, Bartolomeoli I, Maifreni M, Vianello A, Nicoli M. 2011. Surface decontamination of fresh-cut Apple by UV-C light exposure: Effects on structure, color and sensory properties. *Postharvest biology and technology* 61: 165-171.
- Márquez L, Pretell C. 2010. Cobertura biodegradable gelatina-almidón-tara y las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de uva (*Vitis vinifera*) Red Globe, durante el almacenamiento. *Pueblo Continente: Revista Oficial de Universidad Privada Antenor Orrego Trujillo, Perú* 21(1): 199-214
- Martín-Diana A., Rico D., Frías J., Barat J., Henehan G. y Barry-Ryan C. 2007. Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables: a review. *Trends in food science & technology* 18 (4): 210-218.
- Martínez-Romero D, Guillén F, Valverde J, Serrano M, Zapata P, Bailen G, Valero D, Castillo S. 2007. Aloe vera gel como recubrimiento comestible en frutas y hortalizas. *Universidad Miguel Hernández - España*.
- MINAG.2011. Ministerio de Agricultura del Perú. Disponible en: <http://www.minag.gob.pe/lineas-de-cultivos-emergentes/frutas.html>. Fecha de acceso: 10 junio del 2011.
- Montgomery D, Runger G. 2006. *Probabilidad y Estadística Aplicada a la Ingeniería*. 2da Ed. Editorial Limusa S.A., México.
- Olivas G, Barbosa-Cánovas G. 2005. Edible coatings for fresh-cut fruits. *Critical reviews in food science and nutrition* 45:657-670.
- Palou L, Usall J, Muñoz J, Smilanick J, Viñas I. 2002. Hot water, sodium carbonate, and sodium bicarbonate for the control of postharvest green and blue molds of clementine mandarins. *Postharvest biology and technology* 24: 93-96.
- Plotto A, Goodner E, Baldwin J, Rattanapanone, N. 2004. Effect of polysaccharide coatings on quality of fresh-cut mangoes (*Mangifera indica*). *Proc. Fla State Hort. Soc.* 117:382-388.
- Plotto A, Narciso J, Rattanapanone N, Baldwin E. 2010. Surface treatments and coatings to maintain fresh-cut mango quality in storage. *Journal science food agriculture* 90: 2333-2341.
- Ponce A, Roura S, Del Valle C, Moreira M. 2008. Antimicrobial and antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plant extracts: *In vitro* and *in vivo* studies. *Postharvest biology and technology* 49: 294-300.
- Rico D, Martín-Diana A, Barat J, Barry-Ryan C. 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables. *Trend in food science and technology*. xx: 1-15.
- Robles-Sánchez M, Gorinstein S, Martín-Belloso O, Astiazarán-García H, González-Aguilar G, Cruz-Valenzuela R. 2007. Frutos tropicales mínimamente procesados: potencial antioxidante y su impacto en la salud. *Interciencia* 32(4): 227-232.
- Salinas-Hernández R, Pirovani M, Gardea A, González G. 2010. Cambios fisicoquímicos y sensoriales limitantes de la vida de anaquel de mango fresco cortado. *Revista Fitotecnia Mexicana* 3:215-223.
- Sgroppo S, Sosa C. 2009. Zapallo anco (*Cucurbita moschata*) fresco cortado tratado con luz UV-C. *FACENA* 25: 7-19.
- Vargas M, Pastor C, Chiralt A, McClements D, González-Martínez F. 2008. Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. *Critical reviews in food science and nutrition* 48: 496-511.
- Xu L. 2008. Uso de ozono para mejorar la seguridad de frutas y vegetales frescos. *Mundo Alimentario* Noviembre/Diciembre: 7-13.