

**UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN”**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



---

**“EVALUACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE ALOE VERA  
(*Aloe barbadensis Miller*) EN LA CONSERVACIÓN DE DURAZNO (*Prunus  
persica*) MÍNIMAMENTE PROCESADO”**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**TESISTAS**

**KELY BLANCA GONZALES SANTILLÁN**

**MELINA ESPINOZA ISIDRO**

**ASESOR**

**Dr. ÁNGEL DAVID NATIVIDAD BARDALES**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2019**

## DEDICATORIA

La tesis lo dedicamos a Dios por tenernos bajo su protección y con todo el amor y cariño a nuestros padres por su sacrificio y esfuerzo, por darnos una carrera para nuestro futuro y porque creyeron en nuestra capacidad, siempre han estado brindándonos su comprensión y cariño.

A nuestros hermanos (as) por ser una fuente de motivación e inspiración para podernos superarnos cada día más y así poder luchar para que la vida nos deparare un futuro mejor.

A nuestros compañeros, amigos del presente y pasad quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a toda aquellas personas que durante este cinco años estuvieron a nuestro lado apoyándonos y lograron que nuestro sueño se haga realidad.

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, por acogernos en sus aulas y brindarnos a la formación profesional.

A nuestros familiares, amigos y a todas las personas que han contribuido en el presente trabajo de investigación.

Al Dr Ángel David Natividad Bardales por el apoyo incondicional, en el asesoramiento del presente trabajo.

A toda la plana de catedráticos de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial con gratitud y reconocimiento imperecedero por sus enseñanzas y orientaciones durante mi permanencia en las aulas universitarias.

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar un recubrimiento comestible de aloe vera (*Aloe barbadensis Miller*) en la conservación del durazno huayco rojo (*Prunus pérsica*) mínimamente procesado, evaluando su efectividad mediante el análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales durante 5, 10, y 15 días de almacenamiento refrigerado. Preliminarmente, se determinó la concentración más adecuada del mucilago de aloe vera en el recubrimiento comestible para su aplicación en la conservación de durazno mínimamente procesado, para ello se evaluaron cuatro concentraciones: 30, 40, 50 y 60%. Sensorialmente se determinó que la mejor concentración fue el de 40%. En la segunda etapa de la investigación se utilizó el recubrimiento preparado con gel de aloe vera al 40% P/P en dilución con agua destilada y homogenizado con cera carnauba como agente lipídico y glicerol como plastificante, para luego ser aplicado por inmersión y secado en estufa de aire forzado. Se evaluaron cuatro tratamientos experimentales: D\_A (durazno con inmersión en agua destilada), D\_Ac (duraznos sumergidos en ácidos orgánicos), D\_RC (durazno con la aplicación del recubrimiento) y D\_Ac\_RC (duraznos con previa inmersión en ácidos y con la aplicación del recubrimiento). En forma general el recubrimiento comestible permitió la formación de una barrera contra la humedad logrando una menor pérdida de peso en las muestras de durazno recubiertas y logrando conservando mejor la firmeza, pH, los sólidos solubles y el % de acidez. El recubrimiento comestible retraso también el cambio en las coordenadas de color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) y la diferencia de color ( $\Delta E$ ) y hasta cierto nivel en la disminución del crecimiento microbiológico de mesófilos aerobios y mohos y levaduras. En el análisis sensorial recubrimiento comestible no aporta olores o sabores indeseables a las muestras de durazno mínimamente procesado y aun cuando existió una disminución de estos atributos durante el almacenamiento otorgaron una mayor calificación de intensidad para el final del almacenamiento. Asimismo, las muestras de durazno con el recubrimiento pueden tener una vida útil en refrigeración hasta de 15 días, 5 días más que las muestras sin recubrimiento.

**Palabras clave:** Productos IV gama, ingrediente funcional, propiedades biológicas, antimicrobianas y antivirales.

## SUMMARY

The objective of the research was to evaluate an edible coating of aloe vera (*Aloe barbadensis Miller*) in the conservation of the red huayco peach (*Prunus pérsica*) minimally processed, evaluating its effectiveness by means of physicochemical, microbiological and sensory analysis during 5, 10, and 15 days of refrigerated storage. Preliminarily, the most adequate concentration of aloe vera mucilage in the edible coating was determined for its application in the conservation of minimally processed peach, for which four concentrations were evaluated: 30, 40, 50 and 60%. Sensorially it was determined that the best concentration was 40%. In the second stage of the investigation, the coating prepared with aloe vera gel at 40% P / P was used in dilution with distilled water and homogenized with carnauba wax as a lipid agent and glycerol as a plasticizer, to be applied by dipping and drying in forced air stove. Four experimental treatments were evaluated: D\_A (peach with immersion in distilled water), D\_Ac (peaches submerged in organic acids), D\_RC (peach with the application of the coating) and D\_Ac\_RC (peaches with previous immersion in acids and with the application of the coating). In general, the edible coating allowed the formation of a moisture barrier achieving less weight loss in coated peach samples and achieving better preservation of firmness, pH, soluble solids and % acidity. The edible coating also delayed the change in the color coordinates ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) and the color difference ( $\Delta E$ ) and to a certain level in the decrease of the microbiological growth of aerobic mesophiles and molds and yeasts. In the sensory analysis, edible coating does not contribute undesirable odors or flavors to the samples of minimally processed peach and even when there was a decrease of these attributes during storage, they granted a higher intensity rating for the end of storage. Also, peach samples with the coating can have a shelf life in refrigeration for up to 15 days, 5 days longer than uncoated samples.

**Key words:** Products IV range, functional ingredient, biological properties, antimicrobial and antiviral.

## ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	04
SUMARY	05
I. INTRODUCCIÓN	09
II. MARCO TEÓRICO	14
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	14
2.1.1 Durazno ( <i>Prunus pérsica</i> )	14
2.1.2 Frutas mínimamente procesadas	17
2.1.3 Recubrimientos comestibles	24
2.1.4 Gel de aloe vera como recubrimiento comestible	28
2.2 ANTECEDENTES	29
2.3 HIPÓTESIS	32
2.3.1 Hipótesis general	32
2.3.2 Hipótesis específicas.	32
2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	32
2.4.1 Variables independientes	32
2.4.2 Variables dependientes	33
2.4.3 Operacionalización de variables	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS	35
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN	35
3.2 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	35
3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	35
3.3.1 Población	35
3.3.2 Muestra	35
3.3.3 Unidad de análisis	36
3.4 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	36
3.5 PRUEBA DE HIPÓTESIS	36
3.5.1 Diseño de la investigación	37
3.5.2 Datos a registrar	38
3.5.3 Técnicas en instrumentos de recolección y procesamiento de la información	39
3.6 MATERIALES Y EQUIPOS	40
3.6.1 Materiales biológicos	40

3.6.2	Materiales	41
3.6.3.	Equipos	41
3.7	CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.7.1	Extracción del gel de aloe vera	41
3.7.2	Obtención de durazno mínimamente procesado	42
3.7.3	Evaluación de la concentración del gel de aloe vera para la obtención del recubrimiento comestible	44
3.7.4	Evaluación de los tipos de recubrimiento del durazno mínimamente procesado	45
IV.	RESULTADOS	47
4.1	EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL GEL DE ALOE VERA PARA LA OBTENCIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE	47
4.2	EVALUACIÓN DE LOS TIPOS DE RECUBRIMIENTO DEL DURAZNO MÍNIMAMENTE PROCESADO	49
4.2.1	Pérdida de peso porcentual	49
4.2.2	Dureza	50
4.2.3	Color	52
4.2.4	Sólidos solubles	55
4.2.5	pH	56
4.2.6	Acidez titulable	57
4.2.7	Análisis microbiológico	59
4.2.8	Análisis sensorial	61
V	DISCUSIÓN	65
5.1	DE LA EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL GEL ALOE VERA PARA LA OBTENCIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE	65
5.2	DE LA EVALUACIÓN DE LOS TIPOS DE RECUBRIMIENTO DEL DURAZNO MÍNIMAMENTE PROCESADO	65
5.1.1	Pérdida de peso porcentual	65
5.1.2	Dureza	66
5.1.3	Color	67
5.1.4	Sólidos solubles	69
5.1.5	pH	69
5.1.6	Acidez titulable	70
5.1.7	Análisis microbiológico	71
5.1.8	Análisis sensorial	72
VI.	CONCLUSIONES	75

VII.	RECOMENDACIONES	76
VIII,	LITERATURA CITADA	77
IX.	ANEXO	



## I. INTRODUCCIÓN

La definición de las frutas según el código alimentario es el fruto, la infrutescencia (agrupación de frutos), semilla, partes carnosas de órganos florales que hayan alcanzado la madurez para el consumo. Las frutas y verduras son necesarias para conseguir una dieta saludable, debido a que su adecuado consumo diario ayuda a la prevención de diferentes enfermedades. La OMS (Organización Mundial de la Salud) y la FAO (Food and Agriculture Organization) recomiendan que al día se ingieran al menos 400 g de frutas y verduras (no incluyendo las patatas y otros tipos de tubérculos) para prevenir diversas enfermedades y carencias de micronutrientes. Las enfermedades crónicas más frecuentes en individuos con un bajo consumo de frutas y verduras son las cardiopatías, el cáncer, la diabetes y la obesidad (World Health Organization, 2013).

El durazno es uno de los principales frutales de clima templado a nivel mundial, se puede producir desde el nivel del mar hasta los 3 000 msnm, es muy consumido en forma fresca, néctares, conservas de frutas, a su vez tiene gran demanda en el mercado interno y externo lo que nos ubica en una perspectiva económica interesante. Existen varios tipos de melocotones que se cultivan a nivel comercial en nuestro medio, siendo los más conocidos las variedades huayco rojo, huayco crema, oro azteca, blanquillo; se estima que la producción nacional es de una superficie cosechada de 5 287 hectáreas, ubicadas principalmente en Lima (valle de Huaura), donde se concentra una participación del 77 % de la producción nacional, Ancash (callejón de Huaylas), Ayacucho y Huánuco; en conjunto representan el 82 % del total que sirve para abastecer parte de la demanda nacional (Espinoza, 2016).

En la región Huánuco se viene impulsando el cultivo de la variedad huayco rojo. Se ha plantado durazno con injerto de variedad huayco rojo, con el objetivo de incrementar los niveles de productividad, que se reflejará en mejores ingresos económicos y mejor calidad de vida de las familias. La provincia de Huánuco cuenta con 314 productores con una producción de 71,80 toneladas en 74,87 hectáreas de la variedad Huayco rojo y 516,58 toneladas en 68,96 hectáreas de la variedad Blanquillo, llegando a un total de 588,38 toneladas en 143,83 hectáreas; las épocas

de cosecha fluctúan durante todo el año, ofertando una mayor producción en los meses abril – junio (Espinoza, 2016).

El durazno huayco rojo es una fruta popular, de amplio consumo a nivel nacional, es un fruto climatérico y como tal requiere un cuidado especial, una vez que ha alcanzado su desarrollo total en cuanto a peso y calibre en el árbol, su comportamiento respiratorio presenta un mínimo, luego un máximo respiratorio (climaterio) y posteriormente un descenso. Cuando los frutos alcanzan el climaterio se encuentran en el estado de madurez comercial, que se manifiesta mediante una modificación progresiva de los frutos adquiriendo coloraciones amarillas (carotenoides), rojas (antocianinas), pérdida de textura (degradación de protopectinas), sabor (azúcares) y aroma (compuestos orgánicos volátiles); sin embargo, según la FAO la gran deficiencia en la infraestructura para una adecuada comercialización en los países en vía de desarrollo y la poca demanda en el consumo de frutas que se encuentra por debajo de los límites recomendados por la OMS (400 g diarios por persona) en estas zonas, producen pérdidas en poscosecha de los productos frescos entre un 30 al 50% de la producción, ocasionando daños económicos tanto para los productores como para los intermediarios en la cadena, haciendo necesaria la implementación de técnicas de conservación y procesamiento que sean económicamente viables, de fácil acceso, que preserven las características de calidad de los frutos y de las cuales se obtengan diferentes productos con valor agregado (Ramírez 2012 y Escobar, 2013).

Los consumidores actuales han optado por buscar alimentos que sean fáciles de consumir o almacenar, que requieran la menor manipulación posible, con tiempos de preparación mínimos y que a su vez tengan una vida útil más prolongada con las mejores características de calidad. Es por esto, que en los últimos años, la demanda de frutas mínimamente procesadas que se enmarcan bajo la denominación de IV gama se ha visto incrementada (González-Aguilar *et al.*, 2005).

A pesar de sus bondades, los frutos mínimamente procesados enfrentan una problemática en lo relacionado a su conservación, ya que los daños mecánicos infligidos durante su procesado promueven la aceleración de cambios metabólicos naturales como la respiración, que hacen que los frutos sean más vulnerables a la

proliferación microbiana y a la pérdida de atributos de calidad como la textura y el color. Es aquí donde entra a jugar un papel importante la implementación de nuevas tecnologías de conservación que permitan la prolongación de la vida útil de estos productos (Oms-Oliu, 2008).

Para mitigar los cambios generados en los frutos mínimamente procesado se han implementado numerosos métodos, entre ellos el uso los recubrimientos comestibles. Estos recubrimientos actúan como una fina capa que se adhiere al alimento, permitiendo la formación de una barrera que tendrá como función permeabilizar adecuadamente los gases de la respiración, contrarrestar la pérdida de humedad y disminuir los cambios metabólicos en el fruto que causan su maduración y la pérdida de sus atributos de calidad (Valverde *et al.*, 2005; Serrano *et al.*, 2006; Lin & Zhao, 2007). Estos recubrimientos representan una alternativa económica en cuanto a consumo energético y equipamientos, comparado con técnicas de conservación como las atmósferas modificadas o la deshidratación, que además pueden influir en la calidad sensorial del alimento (Ramírez, 2012).

El gel mucilaginoso de aloe vera al ostentar propiedades biológicas, antimicrobianas y antivirales, ha llamado el interés de la agroindustria para ser utilizado como ingrediente funcional en productos de consumo masivo y últimamente ha sido parte de investigaciones en conservación de productos frescos o mínimamente procesados como recubrimiento comestible, conservando los atributos de calidad y prologando su vida útil (Valverde *et al.*, 2005; Serrano *et al.*, 2006; Martínez-Romero *et al.*, 2006; Restrepo, 2009; Chauhan *et al.*, 2011).

Para frutas mínimamente procesado se ha implementado el uso de diferentes matrices de recubrimiento que buscan contrarrestar los efectos de perecibilidad causada por la rápida maduración como fruto climatérico, dentro de los que se destacan polisacáridos como el quitosano y almidones de diferentes orígenes (Chien *et al.*, 2007, Chiumarelli *et al.* 2011; Dussán-Sarria *et al.*, 2014a). Hasta el momento, no se encuentran reportes de uso de aloe vera para la conservación de durazno mínimamente procesado, pero los resultados promisorios de este mucilago como recubrimiento comestible en cuanto a conservación y prolongación de vida útil en uvas de mesa, fresas, moras, kiwis, o granadas mínimamente procesadas (Valverde *et al.*, 2005; Restrepo, 2009; Ramírez, 2012; Benítez *et al.*, 2013;

Martínez-Romero *et al.*, 2013), conllevan a la investigación del aloe vera en esta rama de los frescos cortados o productos IV gama.

La investigación se justifica porque representará una alternativa que contribuye a dar valor agregado al durazno huayco rojo, así mismo a su escasa industrialización, impulsando el desarrollo agroindustrial de las zonas rurales de la sierra de la región Huánuco. También en la actualidad los recubrimientos representan una alternativa económica en cuanto a consumo energético y equipamientos, comparado con técnicas de conservación como las atmósferas modificadas o la deshidratación, que además pueden influir en la calidad sensorial del alimento. Otro aspecto de suma importancia es que en el contexto peruano, la agroindustria del Aloe es relativamente reciente y por ende incipiente a las necesidades del mercado, sin embargo se posee un gran potencial para su producción gracias a las condiciones ecológicas tropicales en donde el cultivo se desarrolla de forma óptima (Alemán & Rincón, 2006). Sin embargo, el cultivo de aloe afronta dificultades relacionadas a su transformación y comercialización, haciendo que la cadena productiva no se desarrolle de forma óptima, indicando con esto la urgente necesidad de emprender investigaciones que logren nuevas alternativas que generen valor agregado en la cadena productiva, permitiendo además el desarrollo rural (Restrepo, 2009; Figueredo & Morales, 2010; Ramírez 2012). Finalmente, la investigación proporcionará mayor información en cuanto a los parámetros óptimos para la obtención de un recubrimiento comestible a base del gel de aloe vera, que se podrá aplicar sobre superficies de frutas mínimamente procesadas buscando prolongar su vida útil y conservando sus propiedades, lo cual será de gran importancia porque indirectamente ayudarán a mejorar la calidad de vida de los consumidores. La investigación tuvo los siguientes objetivos:

### Objetivo general

- Evaluar el recubrimiento comestible de aloe vera (*Aloe barbadensis miller*) en la conservación de durazno huayco rojo (*Prunus pérsica*) mínimamente procesado

### Objetivos específicos

- Determinar la concentración más adecuada del mucilago de aloe vera en el recubrimiento comestible para su aplicación en la conservación de durazno huayco rojo mínimamente procesado.
- Evaluar las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del durazno huayco rojo mínimamente procesado con recubrimiento comestible de aloe vera en un periodo de almacenamiento en refrigeración de 15 días.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1.1. Durazno (*Prunus pérsica*)

El durazno o melocotón (*Prunus persica*) es el nombre tanto del árbol como de la fruta que produce; ésta contiene una única y gran semilla encerrada en una cáscara dura, es de piel aterciopelada (roja o amarilla), posee una carne amarilla o blanquecina, e inviste un sabor dulce con un regusto ácido que despide un delicado aroma; pertenece a la subfamilia prnoides (drupa), y junto con las ciruelas y albaricoques es de las drupas más representativas. Su antigüedad se remonta a finales del siglo XIX, y en la actualidad existen más de 500 clases comerciales (Cárdenas & Fischer, 2013).

La organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2011), reporta que el durazno es uno de los frutales más difundido en todo el mundo; la sexta producción frutícola de importancia que corresponde a los carozos; siendo cercana a 23 millones de toneladas; de los cuales los duraznos y nectarinas corresponden más del 50 %. La superficie mundial de estos corresponde a 2 190 536 hectáreas al año 2001.

#### 2.1.1.1. Botánica y descripción taxonómica

El duraznero pertenece a la subclase *Rosidea*, orden Rosales, familia *Rosaceae*, subfamilia *Prunoideae*, subgénero *Amygdalus* (L.) (USDA, 2013; Cárdenas & Fischer, 2013). Es uno de los frutales comúnmente sembrados en zonas de trópico alto, dentro de la llamada fruticultura de clima frío, debido a las ventajas comparativas que estas regiones poseen, como clima, suelos, precipitación, acumulación de horas frío, vocación frutícola de los productores y experiencia en el manejo de esta especie (Puentes *et al.*, 2008).

El Servicio de Sanidad y Calidad Agroalimenticia SENASA (2009) y abcAgro (2014), sostienen que tiene la siguiente descripción botánica.

- Raíz: es pivotante cuando procede de plantas obtenidas de semilla; aunque no es muy profunda

- Ramas: tiene ramas vegetativas, ramas mixtas, ramas chifonas y ramilletes de mayo; según sea el tipo de yemas de madera y/o de flor con que cuenten.
- Hojas: son lanceoladas, alternas y ligeramente aserradas; la lámina es un poco ondulada, de color verde de diferente intensidad según sea el nivel nutricional y de humedad que tenga el árbol.
- Flores: son hermafroditas, completas; cada yema floral es capaz de emitir una sola flor y una sola vez; y cada flor es capaz de amarrar un solo fruto y una sola vez; tiene 5 pétalos, 5 sépalos y estambres en múltiplo de 5, pudiendo ser 25 ó 30; el cáliz es gamosépalo, caduco; el ovario es unicarpelar.
- Frutos: es una drupa; su pericarpio generalmente es pubescente, aunque hay algunos glabros como es la nectarina; el mesocarpio es carnoso, con buen contenido de jugo y azúcar; puede estar separado del hueso o firmemente adherido; el endocarpio o hueso es muy duro, y aloja en su interior una semilla que contiene dos cotiledones.
- Porte: pequeño árbol caducifolio puede alcanzar hasta 6 m de altura, aunque a veces no pasa de talla arbustiva, su porte se extiende más o menos según la variedad.

INFOAGRO (2010), señala que el durazno tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino:            Vegetal.  
 División:        *Antófitas*.  
 Subdivisión:    *Angiosperma*.  
 Clase:            *Dicotiledóneas*.  
 Orden:            Rosales.  
 Familia:          *Rosáceas*.  
 Subfamilia:     *Prunoideas*.  
 Género:          *Prunus*.  
 Subgénero:      *Amigdalus*.  
 Especie:         *Prunus persica L.*

### **2.1.1.2. Variedades**

Sierra exportadora (2009), reporta que en el Perú existe una amplia diversidad de melocotoneros; entre las especies cultivadas tenemos: Huayco rojo, Huayco crema, Blanquillo, Oro Azteca, Okinawa, nectarina, Fortaleza, Dixie red, entre las más importante; Castillo *et al.* (2008) describe algunos de ellos.

#### **Huayco rojo**

Cultivar con ciclo vegetativo promedio de 7 meses. Se caracteriza por tener un fruto de mediano a pequeño, de forma redondeada, con la cáscara de color amarillo y cubierta con chapas rojas que la cubren casi en su totalidad; tiene la pulpa consistente, fibrosa y muy jugosa, de sabor agradable, con ligera acidez; y presenta ligero aroma en relación al Huayco crema. Tiene bastante aceptación por la industria. El promedio de rendimiento es de 26,5 toneladas por hectárea.

#### **Huayco crema**

Cultivar con ciclo vegetativo promedio de 7 meses. Se caracteriza por tener un fruto redondo, de calibre mediano a grande; tener la cáscara de color amarillo cremoso con manchas rojo jaspeado; presenta una pulpa cremosa, de textura medianamente firme, jugosa, de sabor dulce aromático. Su consumo es como fruta fresca y también para la industria alimentaria.

#### **Blanquillo**

Es la variedad más difundida en el Perú. Tiene un ciclo vegetativo promedio de 8 meses. Se caracteriza por tener un fruto de calibre grande a mediano, ser de forma redondeada, tener la pulpa de color blanco, textura suave, jugosa y dulce, y abundante pelusa en la cáscara, además presenta una fisura en la parte céntrica del fruto que la diferencia de las demás, por lo que recibe el nombre de “abridor”. Su consumo es como fruta de mesa.

#### **Oro azteca**

Variedad que tiene frutos con cáscara de color rojo intenso y pequeñas manchas amarillas cerca a la inserción del pedúnculo, su sabor es agridulce. En el Perú se



siembra desde hace diez años, es una variedad precoz que requiere menos horas frío. Su producción está orientada a la industria.

### **Okinawa**

Variedad utilizada como patrón porta injertos por presentar rusticidad, tolerancia y resistencia a las enfermedades, posee rápida adaptación, sus frutos son muy pequeños, fibrosos y tienen escaso jugo.

#### **2.1.1.3. Composición fisicoquímica del durazno**

El durazno es una fruta redondeada, de 4 a 7 cm de diámetro, con una cáscara delgada pero fuerte y aterciopelada. En su interior tiene una textura carnosa, jugosa y fresca, y en el medio de todo un hueso que alberga una semilla. El durazno "Huayco Rojo" tiene la cáscara de color amarillo y cubierta con chapas rojas que la cubren casi en su totalidad; su pulpa consistente, fibrosa y jugosa es de sabor agradable. En el Tabla 1, se puede apreciar la composición química del durazno (*Prunus persica L*), en donde, su contenido de fibra le confiere propiedades laxantes. La fibra previene o mejora el estreñimiento, contribuye a reducir las tasas de colesterol en sangre y ayuda al control de la glucemia (niveles de azúcar en sangre) en las personas que tienen diabetes. Ejerce un efecto saciante, lo cual beneficia a las personas que llevan una dieta orientada a para perder peso. Buena fuente de potasio, que le otorga cualidades diuréticas y para el control de la presión sanguínea. Posee un alto contenido de betacaroteno y vitamina C, que tienen importantes propiedades antioxidantes.

#### **2.1.2. Frutas mínimamente procesadas**

Ante la necesidad de incentivar e incrementar el consumo de frutas en la población debido a la baja demanda de estas con respecto a las recomendaciones hechas por los profesionales de la salud, las frutas mínimamente procesadas (FMP) se han venido introduciendo en los mercados, presentándose como una alternativa atractiva al consumidor en cuanto a características de presentación, sabor, apariencia y valor nutricional (Martin-Belloso & Rojas-Graü, 2005).

**Tabla 1.** Composición química en 100 gramos de muestra de durazno

Componente	Cantidad
Calorías	64 kcal
Carbohidratos	17,1 g
Grasa	0,1 g
Proteína	0,6 g
Fibra cruda	0,6 g
Cenizas	0,5 g
Agua	81,7 g
Vitamina C	15,3 mg
Potasio	279 mg
Calcio	9 mg
Fósforo	12 mg
Magnesio	7,95 mg
Yodo	2,63 mg

Fuente: Sierra exportadora (2009)

Denominadas también como productos IV gama, listos para consumir (“Read to eat”) o frescos cortados (“Fresh-cut”), las FMP son productos frescos sin previo tratamiento térmico, lavadas, desinfectadas, peladas cortadas o troceadas y que son empacadas para que sean fácilmente consumidas, con un tiempo de duración que se encuentra entre los 7 hasta los 10 días en refrigeración, dependiendo del fruto. Las FMP, tienen como propósito brindar al consumidor un producto muy parecido al fresco, de fácil preparación o de inmediata utilización, con una excelente calidad sensorial y nutricional, libre de defectos (Díaz, 2010).

Estos productos le ofrecen la posibilidad al consumidor de contar con una fruta similar a la original a pesar de haber sufrido tratamientos físicos simples de preparación, requiriendo solamente para su conservación tratamientos de conservación adicionales y ser sometidas a refrigeración (0 – 5 °C). Además

brindan una alternativa para la apertura de nuevos canales de comercialización a los productores del sector hortofrutícola (Torres, 2007).

#### **2.1.2.1. Técnicas de procesamiento**

La calidad de las FMP se debe asegurar conociendo los efectos que el proceso tiene sobre su elaboración, así como las técnicas para evitar que estas se deterioren durante su procesado, conservación y distribución (González & Lobo, 2005). Se deben por lo tanto tener en cuenta las siguientes operaciones unitarias para la elaboración de FMP:

□ **Operaciones de manipulación de la materia prima:** Antes del procesamiento mínimo de la fruta, se debe realizar una inspección que resulte adecuada para la selección de la materia prima teniéndose en cuenta la variedad y el estado de madurez. Estos parámetros resultan muy importantes, ya que el comportamiento difiere en el procesado de acuerdo a la variedad que se esté tratando y conocerlo representa la optimización y simplificación de procesos de conservación que han de ser aplicados antes del empacado. Así mismo, seleccionar el estado de madurez es esencial pues para el procesado se debe contar con una fruta madura que provea aromas, textura firme y sabores propios al consumidor, pero no sobremadurada ya que rápidamente podría presentar deterioro. Posteriormente se requiere la selección, clasificación y acondicionamiento del fruto, asegurando la homogeneidad y su calidad, representada en la ausencia de daños mecánicos y microbiológicos (González & Lobo 2005).

□ **Operaciones de procesamiento:** Luego de tener la fruta acondicionada, se requiere de un lavado en el que se haga la eliminación total de residuos como hojas o suciedad que pudiese estar adherido a la superficie del fruto. Se garantiza un buen lavado del fruto generalmente al utilizar agua clorada que disminuya la contaminación causada por microorganismos (Vidal & Bernalte, 2003).

Posteriormente, se procede al pelado de la fruta, operación que requiere una manipulación delicada en la cual se haga el mínimo daño posible del producto para reducir cambios a nivel fisiológico, microbiológico y bioquímico. Para este proceso

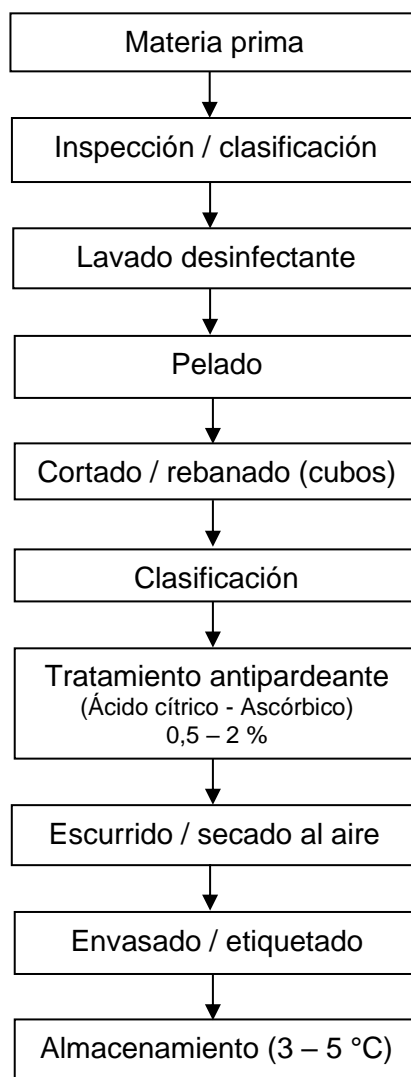
existen varios métodos en los cuales se destaca el pelado mecánico con cuchillas, por abrasión, por calor, con soluciones de álcalis, enzimático y manual; siendo este último el que proporciona mejor rendimiento y menor daño al fruto (Torres, 2007).

La siguiente etapa comprende el troceado o cortado de la fruta, que tiene como objetivo darle homogeneidad en tamaño y forma al producto, además de brindar mayor facilidad de manipulación y digestibilidad (González & Lobo 2005; Torres, 2007). Los procesos de troceado aceleran la respiración, producen daño mecánico y ablandamiento del tejido vegetal, es por ello que los productos mínimamente procesados luego de ser cortados deben ser envasados, almacenados, transportados y distribuidos bajo refrigeración (0 – 5 °C), lo que ayuda considerablemente a alargar su vida comercial (González & Lobo 2005). Las temperaturas bajas, por encima de las de congelación, pueden producir la disminución de la proliferación microbiana de alterantes y patógenos, así como la inactivación de enzimas que catalizan reacciones de deterioro; por lo que se hace primordial mantener los productos mínimamente procesados bajo refrigeración continua durante las etapas de almacenamiento y transporte del proceso productivo. La refrigeración debe además poder actuar sinérgicamente con otros métodos de conservación para garantizar la calidad de los productos. Bajo estas temperaturas, las tasas de respiración de los tejidos vegetales se reducen, contrario a lo que sucede cuando las temperaturas sobrepasan los 10 °C, donde la producción de CO<sub>2</sub> aumenta debido a la aceleración de los procesos metabólicos y el desarrollo microbiano (Parzanese, 2012). La operación de troceado o corte es una operación esencial que define la presentación que se desea dar al producto final y de la cual va a depender la aceptación por parte del consumidor. El grosor y la forma del corte, desencadenan además diferentes respuestas en todos los procesos fisiológicos directamente relacionados con la senescencia y la pérdida de calidad, por lo que es recomendable para frutas como el mango el corte en cubos o trozos. Los diferentes cortes para este tipo de productos pueden ser obtenidos manualmente y/o mecánicamente, sin embargo por medio del troceado manual se ha llegado a una mejor presentación del producto final lo que puede ser observado internamente (microscopia) o externamente (visual) en el producto procesado (Oliveira *et al.*, 2005).

□ **Operaciones de conservación y envasado:** La vida útil de las frutas mínimamente procesadas se ve disminuida debido a las reacciones enzimáticas, metabólicas y fisicoquímicas que generan el pelado y el cortado en el fruto, por lo que intentar mitigar este efecto no deseable antes del envasado, es de esencial importancia. Los métodos físicos (radiaciones ionizantes y no ionizantes, atmósferas modificadas, tratamientos térmicos suaves) y métodos químicos (aditivos alimentarios, antioxidantes, conservantes, antimicrobianos, agentes de recubrimiento, entre otros), son los tratamientos de conservación más utilizados para FMP. Cabe destacar que entre las técnicas más innovadoras y prometedoras para prolongar la vida útil de los productos IV gama se encuentra el uso de los recubrimientos comestibles por las ventajas que ofrece como barrera selectiva a los gases y a la humedad, brindando además la posibilidad de ser soportes estructurales mejoradores de la textura y vehículos de sustancias activas en el alimento (Montero *et al.*, 2009). Por último, el alimento mínimamente procesado debe ir empacado en un envase que lo proteja desde el lugar de su fabricación hasta su consumo. Por lo general, se utilizan envases plásticos como bolsas o bandejas especializadas, que promuevan características químicas y físicas para la conservación del alimento, como la permeabilidad controlada a los gases, la conservación de compuestos volátiles y que además brinden protección máxima durante el transporte, contrarrestando el efecto de vibraciones o compresiones que pueden causar deterioro (González & Lobo, 2005; Torres 2007).

El sistema de envase utilizado en el empacado de frutas y hortalizas mínimamente procesado debe contener y proteger el producto desde el procesamiento hasta el consumo final. El objetivo de estos envases es además intervenir en los procesos vitales que inducen al deterioro, reduciendo su intensidad y permitiendo su comercialización. En el mercado muchos tipos de envases de plástico han sido utilizados para frutas y hortalizas mínimamente procesados tales como polipropileno (PP), poliestireno biorentado (BOPs), polietileno (PE), polietileno tereftalato (PET), mezclas de polietileno y co-polimero de etileno, y acetato de vinil entre otros, teniendo como requerimiento una permeabilidad adecuada, resistencia al rasgado y a la perforación. El tipo de envase ideal para frutas mínimamente procesadas es aquel que permite mantener la concentración de O<sub>2</sub> baja, para

retardar la respiración, pero más alta que la concentración crítica capaz de iniciar el proceso anaerobio (Oliveira *et al.*, 2005).



**Figura 1.** Diagrama de flujo para elaboración de frutas mínimamente procesado

**Fuente:** Siddiq *et al.* (2012)

Las operaciones antes descritas se pueden resumir en la Figura 1, que comprende los procesos específicos de elaboración de mango mínimamente procesado desde su recolección hasta su envasado y almacenamiento.

### **2.1.2.2. Ventajas y factores que afectan la calidad de las frutas mínimamente procesadas**

La elaboración de frutas mínimamente procesadas va proyectada principalmente a brindarle mayores beneficios al consumidor en cuanto practicidad, servicio y calidad, satisfaciendo además la búsqueda y demanda de dietas ricas en productos frescos y nutricionales que contribuyan con la buena salud. Dentro de estas ventajas se destaca el mantenimiento de la frescura y de las propiedades naturales del fruto, así como también la de ofrecer un producto con las mejores características en cuanto a calidad nutricional y organoléptica se refiere (textura, olor, sabor, color). Al ser un producto listo para ser utilizado, el consumidor economiza tiempo al momento de prepararlos o servirlos y también ahorra espacio en su almacenamiento. A nivel de la cadena productiva, estos alimentos le confieren un valor agregado a las frutas y promueven la apertura de nuevos canales de comercialización, así como el aprovechamiento del material vegetal cuando ocurran sobreproducciones (Torres, 2007; Rotondo et al. 2008; Abello Lindé S.A, 2010).

Sin embargo, la pérdida total o parcial de la piel del fruto y las operaciones de rebanado o cortado, no solo causan un daño a las células inmediatamente expuestas, sino también a aquellas células que se encuentran en la profundidad del tejido, siendo este daño proporcional al grado de procesado utilizado. El impacto fisiológico ocasionado, promueve el rápido deterioro del producto y el acortamiento de su vida útil (Embuscado & Huber, 2009). Según Olivas & Barbosa-Cánoas (2009), los factores que intervienen y limitan la calidad de los productos mínimamente procesados son los siguientes:

- **Producción de etileno:** Cuando el tejido es herido, hay un aumento notable en la cantidad de etileno producido que dependerá del tipo de fruto y el estado de madurez en que se corta. En frutos climatéricos como el mango, el etileno induce a una rápida maduración.

- **Pérdida de agua:** El procesado aumenta la tasa de transpiración y por ende la pérdida de agua. Esta merma ocasiona un estrés hídrico que conlleva a pérdidas en la firmeza, formación de exudado, activación de enzimas, susceptibilidad al daño por frío e invasión de patógenos.

□ **Respiración:** El corte en el fruto produce elevadas tasas de respiración, que se traduce en un aumento en la producción de dióxido de carbono y consumo de oxígeno. La estimulación de la actividad respiratoria produce la biosíntesis de enzimas asociadas al cambio de aroma, color, textura y valor nutritivo que pueden llevar al deterioro del material vegetal por el incremento de los procesos metabólicos.

□ **Contaminación microbiológica:** Las operaciones de manipulación, preparación y los utensilios usados para la elaboración de los FMP contribuyen a la proliferación microbiana en el producto final. Los restos citoplasmáticos de células rotas con altos contenidos de azúcar y la humedad superior del fruto luego de ser cortado, ofrecen condiciones ideales para el crecimiento de los microorganismos, los cuales pueden causar enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) y el deterioro final del alimento (Torres, 2007; Olivas & Barbosa-Cánovas, 2009).

### **2.1.3. Recubrimientos comestibles**

#### **2.1.3.1. Generalidades de los recubrimientos comestibles**

Desde hace varios siglos, el uso de los recubrimientos comestibles RC ha sido implementado con el fin de mejorar la apariencia y la conservación de la vida de anaquel de los alimentos (Embuscado & Huber, 2009). Para los chinos, en los siglos XII y XIII, las ceras se convirtieron en un recubrimiento ideal para mejorar y preservar la calidad de los frutos, así como lo fueron en su momento las grasas alrededor del siglo XVI para los ingleses, las cuales fueron utilizadas como técnica para prevenir la pérdida de humedad y el ablandamiento en los alimentos. Llegado el siglo XX, las investigaciones en RC fueron especializándose, reportando estudios en donde se recomienda el uso de diferentes matrices formadoras de recubrimiento tal como las proteínas, los lípidos y los polisacáridos o la mezcla entre ellos, con el fin de crear una técnica emergente que mejore la calidad de los alimentos ya sean frescos o con procesamiento mínimo. La funcionalidad de estos recubrimientos dependerá de los materiales utilizados en su elaboración, siendo productos como el quitosano, los almidones de diferentes clases, alginatos, ceras y mucilagos



algunos ejemplos de matrices usadas con éxito para conservar los atributos de calidad y contrarrestar los efectos de la maduración que sufren las frutas en poscosecha (Rojas-Graü 2006). En la actualidad, los retos que asumen las nuevas formulaciones de recubrimiento se centran en lograr la conservación de los atributos de calidad y el retraso de la maduración de los frutos a través del tiempo de almacenamiento, los cuales se evalúan con parámetros como el color, la textura, los sólidos solubles, el pH y los descriptores sensoriales como el sabor, el aroma y la apariencia general (González-Aguilar *et al.*, 2005; Valverde *et al.* 2005; Rojas-Graü, 2006, Lin & Zhao, 2007; Embuscado & Huber, 2009; Ramírez, 2012).

La capa fina de material comestible que se forma sobre el alimento después de ser sometido a un proceso de aplicación como la atomización, espuma, brocha o inmersión, se le conoce como recubrimiento comestible. Este se dispone a modo de una cubierta y como su nombre lo indica, se puede consumir. Lo que se espera con un RC es crear un sistema similar al de una atmósfera modificada que retarde la pérdida de vapor de agua y la velocidad de respiración del alimento, controlando el intercambio selectivo de los gases relacionados con este proceso como el dióxido de carbono, el oxígeno y el etileno. Además, los RC no deben otorgar colores, olores o sabores diferentes al alimento, deben ser seguros para la salud del consumidor, y a nivel económico deben ser de elaboración simple y de bajos costos de producción (Godoy, 2006; Rojas – Graü, 2006; Embuscado & Huber, 2009). Para su elaboración, los RC se pueden formular combinando diferentes proporciones de lípidos, hidrocoloides, aditivos (emulsificantes, plastificantes, surfactantes) o agentes antimicrobianos, cuyo objetivo es aprovechar las ventajas de cada constituyente y la sinergia entre ellos (Falguera *et al.*, 2011).

Los lípidos por su naturaleza hidrofóbica brindan una escasa permeabilidad al vapor de agua, lo que los hace un recubrimiento efectivo a la hora de frenar las pérdidas de humedad; esto se explica debido a la baja polaridad de estos compuestos y a su capacidad de formar una red ordenada y densa tras un enfriamiento adecuado. Sin embargo estos compuestos lipídicos pueden afectar la percepción sensorial del alimento por su sabor ceroso y por los olores asociados a rancidez que pueden producir; además, carecen de integridad estructural por lo que se hace conveniente combinarlos con otras sustancias como proteínas o polisacáridos para formar una

cobertura más estable. Dentro de los lípidos comestibles más utilizados se encuentran las ceras (candelilla, abeja y carnauba), las gomas (tragacanto, laca y xantana) y los ácidos grasos como el palmítico o el esteárico, entre otros (González-Aguilar *et al.*, 2005).

Los hidrocoloides (polisacáridos o proteínas), son polímeros hidrofílicos de altos pesos moleculares con muchos grupos hidroxilos, que cumplen con una función mecánica y estructural y a su vez proveen propiedades deseables como recubrimiento comestible al comportarse como una barrera semipermeable y selectiva a la difusión de gases (O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>). Generalmente son utilizados como la matriz estructural del recubrimiento, ya que generan una red cohesiva que se adhiere bien a las superficies hidrofílicas de los alimentos. Existe una gran disponibilidad de polisacáridos utilizados como formadores de recubrimiento que se destacan por ser de bajo costo y por no ser tóxicos. Dentro de estos polisacáridos encontramos almidones, pectinas, extractos de algas marinas (alginatos, carrageninas, quitosano), gomas y mucilagos vegetales. Debido a su baja resistencia al vapor de agua, precisan de otras sustancias, principalmente de origen lipídico, para ser utilizados como recubrimiento (Martin-Belloso *et al.*, 2005; Escobar, 2013).

Adicionalmente, aditivos como los plastificantes y los emulsificantes cumplen un papel esencial dentro de la formulación. Los plastificantes por su parte contribuyen al mejoramiento de la flexibilidad del recubrimiento, reduce su quebrajosidad e incrementan su resistencia al corte. De los más utilizados se encuentran el glicerol, polietilenglicol y el sorbitol (Saavedra & Algecira, 2010; Escobar, 2013). Por su parte, los emulsificantes permiten la dispersión del lípido en la matriz hidrocoloidal, incrementando la capacidad del recubrimiento para impregnar la superficie del alimento formando una capa continua que a su vez ayuda contra la pérdida de humedad (Rojas-Graü, 2006; Saavedra & Algecira, 2010).

Finalmente se logran producir cubiertas naturales de biopolímeros como alternativa a los polímeros sintéticos con características específicas y con propiedades funcionales tales como la capacidad de barrera a la humedad, a la permeabilidad de gases, biodegradabilidad y el mejoramiento de la apariencia (Godoy, 2006).

### **2.1.3.2. Propiedades y beneficios del uso de recubrimientos comestibles.**

Los desafíos asociados con la calidad, salubridad y costo, establecidos en el mercado para la mayoría de alimentos, pueden ser enfrentados con el uso de RC debidamente formulados. Los beneficios potenciales que brinda la utilización de esta tecnología en la industria de productos mínimamente procesados incluyen (Lin & Zhao, 2007; Pérez & Ibargüen, 2012):

- Proporcionar una barrera de gas suficiente para el intercambio de gases de los productos mínimamente procesados y la atmósfera circundante, lo que retrasaría la respiración y el deterioro. La función de barrera de gas a su vez podría retardar la oxidación enzimática y proteger los productos IV gama de manchas de oscurecimiento y ablandamiento de la textura durante el almacenamiento.
- Proporcionar barrera contra la humedad en la superficie de los productos para ayudar a aliviar el problema de la deshidratación. La pérdida de humedad durante almacenamiento poscosecha de las FMP conduce a la pérdida de peso y cambios en la textura, sabor y apariencia.
- Proteger contra el daño físico causado por impacto mecánico, la presión, vibraciones, mecánica y otros factores.
- Restringir el intercambio de compuestos volátiles entre el producto y su entorno mediante el suministro de barreras de gas, lo que impide la pérdida de compuestos aromáticos volátiles y componentes del color de los productos frescos y la adquisición de olores extraños.
- Actuar como portadores de otros ingredientes funcionales, tales como agentes antimicrobianos y antioxidantes, nutracéuticos, e ingredientes de color y sabor para reducir las cargas microbianas, lo que retrasa la oxidación y la decoloración, y la mejora de la calidad (Lin & Zhao, 2007; Olivas & Barbosa-Cánovas, 2009; Pérez & Ibargüen, 2012).

#### **2.1.4. Gel de aloe vera como recubrimiento comestible**

Las características de los mucilagos vegetales al igual que su uso como RC han sido poco estudiadas (Restrepo, 2009). Debido a su composición rica en polisacáridos heterogéneos (azúcares y ácidos urónicos), los mucilagos se caracterizan por formar geles en agua, también llamadas disoluciones coloidales (Rojas-Graü, 2006).

Del *Aloe barbadensis* Miller, una planta de origen de africano, se puede extraer un mucilago que representa el 70-80 % en peso de la planta. Este mucilago, que también es conocido como cristal o gel de aloe vera, es una sustancia gelatinosa, transparente, libre de olores y sabores. En su composición predominan polisacáridos denominados polimánanos (cadenas lineales de glucosa y manosa) de los cuales se desprenden diferentes actividades biológicas potenciales, siendo además los encargados de la formación del sistema coloidal del tejido de la pulpa y de su viscosidad (Ni *et al.*, 2004; Boudreau & Beland, 2006).

Comercialmente, el gel mucilaginoso de Aloe vera ha tenido una amplia aceptación al ostentar propiedades biológicas que han servido para el uso cosmético, medicinal e industrial. El gel ha sido utilizado en el cuidado de quemaduras, como cicatrizante, antiinflamatorio, activador del sistema inmunológico y estimulante del sistema digestivo, y por otro lado como ingrediente funcional en helados, yogures y jugos (Vega *et al.*, 2005; Jasso de Rodríguez *et al.*, 2005; Restrepo, 2009). En el ámbito de conservación, investigaciones recientes han demostrado que el Aloe vera puede prolongar la vida útil y mantener los atributos de calidad de los frutos cuando se utiliza como RC (Rojas-Graü, 2006).

Según Martínez *et al.*, (2005), debido a las especiales características gelificantes del extracto de Aloe vera, éste se adhiere fácilmente a la epidermis de frutas y hortalizas, consiguiendo los siguientes efectos deseados:

- Actúa sobre los frutos ejerciendo sobre los mismos un papel anti senescente.
- Evita la proliferación de hongos y bacterias que degradan las frutas y hortalizas, debido a sus propiedades antifúngicas y antimicrobianas
- Posee un efecto beneficioso para la salud del consumidor, ya que aporta componentes beneficiosos en la dieta.

## 2.2. ANTECEDENTES

Valverde *et al.* (2005), en la investigación titulada “Nuevo revestimiento comestible a base del gel de *Aloe vera* para mantener la calidad y seguridad de la uva de mesa” utilizaron un recubrimiento a base de aloe vera para conservar los atributos de calidad de uva de mesa (*cv. Crimson*) en almacenamiento a 1°C. Con el recubrimiento se logró extender la vida útil de las uvas hasta 35 días teniendo en cuenta parámetros como el mantenimiento del color, la disminución en la pérdida de peso y un menor conteo microbiológico (mesófilos aerobios y hongos) comparado con las muestras no recubiertas.

Martínez-Romero *et al.* (2006), en la investigación “Postcosecha y conservación de la calidad de la cereza dulce mediante el tratamiento con *Aloe vera*: un nuevo revestimiento comestible”, evaluaron el uso de un RC a base de *Aloe vera* sobre muestras de cereza dulce (*Prunus avium L. cv. StarKing*) para mantener los atributos de calidad y seguridad alimentaria durante 16 días en refrigeración. Las muestras tratadas con el recubrimiento con respecto a las muestras control, presentaron menores cambios en el color, disminución en las tasas de respiración, una baja pérdida de peso, menor ablandamiento, reducción del pardeamiento enzimático y una baja población microbiana. Por otra parte el análisis sensorial determinó que el recubrimiento no afecta los atributos de aroma y sabor de las muestras, mostrando además un efecto beneficioso ante el pardeamiento enzimático.

Serrano *et al.* (2006), con su investigación “Uso del *Aloe vera* como revestimiento para preservar las propiedades funcionales de las uvas de mesa”, demostraron que con un recubrimiento formulado a partir de aloe vera en polvo grado farmacéutico, se podría mantener las propiedades funcionales y de calidad de uvas de mesa (*Vitis vinifera L. cv. Crimson Seedless*) durante almacenamiento en refrigeración. Las uvas recubiertas, mostraron una mayor retención de los fenoles totales y de ácido ascórbico, así como una mayor actividad antioxidante con respecto a muestras no tratadas, las cuales experimentaron una significativa acumulación de antocianinas y un desarrollo acelerado de la maduración.

Ahmed *et al.* (2009), en la investigación titulada “Recubrimiento con gel de *Aloe vera* modelamiento de la maduración de la fruta postcosecha y la calidad de la

nectarina '*Arctic Snow*' almacenada en ambiente y frío", evaluaron el efecto del gel de Aloe vera como RC sobre nectarinas (*Prunus persica* L.) en dos temperaturas de almacenamiento (0 – 20°C). En ambos experimentos, el recubrimiento redujo la producción de etileno, la fuga de electrolitos, la pérdida de peso y las tasas de respiración, manteniendo además los antioxidantes totales y los niveles de ácido ascórbico en contraste con las nectarinas utilizadas como tratamiento control.

Restrepo (2009), con su trabajo de investigación titulada "Conservación de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch cv. *Camarosa*) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila (*Aloe barbadensis* Miller) y cera de carnaúba" demostró que el uso de Aloe vera con adición de cera carnauba y glicerol es un sistema eficaz para la conservación de fresas (*Fragaria x ananassa* Duch cv. *Camarosa*). Durante almacenamiento en refrigeración, las fresas recubiertas presentaron mejores atributos de color, menor pérdida de peso y firmeza, disminución en las tasas de respiración y mantenimiento de los parámetros sensoriales en comparación con las muestras control.

Chauhan *et al.* (2011), con la investigación "Revestimientos de superficie a base de goma laca y gel de aloe para mantener la calidad de las rodajas de manzana", utilizaron recubrimientos compuestos de goma laca y Aloe vera, por separado y en combinación, sobre rodajas de manzana (var. Fuji) mínimamente procesada. La aplicación del recubrimiento redujo significativamente la síntesis de etileno y las tasas de respiración, así como la fuga de electrolitos. Por otro lado, las muestras recubiertas mantuvieron estables los valores de color (L\*, a\*, b\*), así como los parámetros de firmeza y conteo de microorganismos durante un tiempo de almacenamiento de 30 días en refrigeración a 6°C.

Navarro *et al.* (2011), en la investigación titulada "Reducción de la descomposición de la nectarina causada por *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* y *Penicillium digitatum* con gel de *Aloe vera* solo o con la adición de timol", evaluaron el uso de recubrimientos de aloe vera con o sin timol en nectarinas (*Prunus persica* L. var nectarine) inoculadas con *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinérea* y *Penicillium digitatum*. En el estudio se encontró que ambos tratamientos fueron efectivos en la reducción del daño por infección de los patógenos. Por otro lado, comprobaron la eficacia de este tipo de recubrimientos en el retraso de la maduración de las

nectarinas, con la reducción de sus tasas de respiración y de producción de etileno, como en la disminución de la pérdida de peso y el ablandamiento. Con los resultados obtenidos, los investigadores consideraron al aloe vera como un agente antifúngico natural y como una opción para los fungicidas sintéticos.

Ramírez (2012), en la investigación titulada “Conservación de mora de castilla mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila”, utilizó Aloe vera como matriz del recubrimiento y cera carnauba como fase oleosa para cubrir moras de Castilla (*Rubus glaucus Benth*). Para un periodo de almacenamiento de 10 días, los frutos recubiertos mostraron una menor pérdida de peso, una conservación de parámetros fisicoquímicos tales como el pH, acidez titulable y sólidos solubles, al igual que el retraso en el crecimiento microbiano y en la pérdida de color y textura. El recubrimiento de aloe prolongo la vida útil de la mora 5 días más que los frutos que no fueron recubiertos.

Benítez et al., (2013), en la investigación titulada “Recubrimientos comestibles basados en *aloe vera* para mejorar la calidad del kiwi 'Hayward' mínimamente procesado” utilizaron recubrimientos comestibles a base de aloe vera en diferentes concentraciones (0, 1, 5, 15 %v/v) para mantener las características de calidad de kiwi (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) mínimamente procesado almacenado a 4°C. En el estudio se evaluaron características como color, textura, acidez titulable, sólidos solubles, conteo microbiológico, contenido de pectina y parámetros sensoriales. En general, el recubrimiento de aloe ayudó a reducir las tasas respiratorias, a disminuir el conteo microbiológico y mantener la textura de las rodajas de kiwi al utilizar una concentración del 5%.

Martínez-Romero *et al.* (2013), en su investigación “Revestimiento de gel de *aloe vera* para mantener la calidad y la seguridad de los arilos de granada listos para comer”, utilizaron recubrimientos de aloe vera (50, 100% v/v) solos o combinados con ácidos orgánicos (ácido ascórbico y ácido cítrico) para mantener las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y respiratorias de arilos de granada (*P. granatum* L., cv. Mollar de Elche) en almacenamiento refrigerado durante 12 días. En cuanto a los atributos de calidad, el aloe vera como recubrimiento permitió retener la firmeza e incrementar los niveles de antocianinas y fenoles totales durante el almacenamiento. Por otro lado, mantuvo valores

significativamente más bajos en el conteo de mesófilos aerobios y hongos y levaduras. Sensorialmente el tratamiento con una concentración de aloe al 100%v/v con ácidos orgánicos al 1%v/v, arrojó los valores más altos de aceptación en cuanto a sabor, textura, aroma y color.

## **2.3. HIPÓTESIS**

### **2.3.1. Hipótesis general**

- Evaluando el recubrimiento comestible de aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) en el durazno huayco rojo (*Prunus pérsica*) mínimamente procesado se logrará conservar sus características fisicoquímicas y sensoriales.

### **2.3.2. Hipótesis específicas.**

- Determinándose la concentración del mucilago de aloe vera en el recubrimiento comestible será óptima para su aplicación en la conservación de durazno huayco rojo mínimamente procesado
- El durazno huayco rojo mínimamente procesado con recubrimiento comestible de aloe vera mantiene sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en un periodo de almacenamiento en refrigeración de 15 días.

## **2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

### **2.4.1. Variables independientes (X)**

*X<sub>1j</sub>: Concentración del gel aloe vera para su aplicación como recubrimiento comestible en durazno huayco rojo mínimamente procesado.*

X<sub>11</sub>: 30 % P/P



X<sub>12</sub>: 40 % P/P

X<sub>13</sub>: 50 % P/P

X<sub>14</sub>: 60 % P/P

X<sub>2j</sub>: *Tipos de recubrimientos para el durazno huayco rojo.*

X<sub>21</sub>: Durazno sumergido en agua destilada

X<sub>22</sub>: Durazno sumergido aloe vera con concentración óptima del RC

X<sub>23</sub>: Durazno con aplicación del mismo RC con previa inmersión en una solución de ácidos orgánicos (1%ácido cítrico + 1%ácido ascórbico) por 2 minutos

X<sub>24</sub>: Durazno sumergidos en la solución de ácidos orgánicos (1%ácido cítrico + 1%ácido ascórbico) por 2 minutos

#### **2.4.2. Variables dependientes (Y)**

Y<sub>1</sub>: Características sensoriales de las soluciones de aloe vera para su uso como RC en durazno huayco rojo.

Y<sub>2</sub>: Características fisicoquímicas y microbiológicas de los duraznos evaluados con los recubrimientos comestibles.

#### **2.4.3. Operacionalización de variables**

En el Tabla 2, se muestra la operacionalización en variables.

**Tabla 2.** Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
<b>Variables independientes:</b>		
X <sub>1</sub> : Concentración del gel aloe vera para su aplicación como recubrimiento comestible en durazno huayco rojo mínimamente procesado.	Concentración (gel/ agua destilada)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- X<sub>11</sub> = 40 % P/P</li> <li>- X<sub>12</sub> = 40 % P/P</li> <li>- X<sub>13</sub> = 50 % P/P</li> <li>- X<sub>14</sub> = 60 % P/P</li> </ul>
X <sub>2</sub> : Tipos de recubrimientos para el durazno huayco rojo.	Recubrimientos	<p>X<sub>21</sub>: Durazno sumergido en agua destilada</p> <p>X<sub>22</sub>: Durazno sumergido aloe vera con concentración óptima del RC</p> <p>X<sub>23</sub>: Durazno con aplicación del mismo RC con previa inmersión en una solución de ácidos orgánicos (1%ácido cítrico + 1%ácido ascórbico) por 2 minutos</p> <p>X<sub>24</sub>: Durazno sumergidos en la solución de ácidos orgánicos (1%ácido cítrico + 1%ácido ascórbico) por 2 minutos</p>
<b>Variables dependientes:</b>		
Y <sub>1</sub> : Características sensoriales del gel de aloe vera / agua destilada.	Atributos sensoriales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sabor</li> <li>- Color</li> <li>- Adherencia</li> </ul>
Y <sub>2</sub> : Características fisicoquímicas y microbiológicas y sensoriales de los duraznos con recubiertas comestibles.	Determinación fisicoquímica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Firmeza</li> <li>- Color</li> <li>- Acidez titulable</li> <li>- Sólidos solubles</li> <li>- Pérdida de peso</li> <li>- pH</li> </ul>
	Análisis microbiológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coliformes</li> <li>- Aerobios mesófilos</li> <li>- Mohos y levaduras.</li> </ul>
	Atributos sensoriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sabor</li> <li>- Color</li> <li>- Olor</li> <li>- Apariencia general</li> </ul>

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

El presente trabajo de investigación se realizó en la planta de procesamiento de productos alimenticios, laboratorio de análisis físico químico, laboratorio de evaluación sensorial y laboratorio de análisis por instrumentación de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco

#### **3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Régimen de Investigación	: Experimental.
Tipo de Investigación	: Aplicada.
Nivel de Investigación	: Experimental - Explicativa.

#### **3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS**

##### **3.3.1. Población**

La población hace referencia al durazno mínimamente procesado con recubrimiento comestible a base de aloe vera.

##### **3.3.2. Muestra**

La muestra a estudiar estuvo conformada por 24 cajas BOPS, con 100 g de gel de aloe vera / agua destilada y 24 cajas BOPS, con 100 g de durazno en cubos mínimamente procesados, un total de 48 cajas BOPS los mismos que se utilizarán para realizar los análisis sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos como se muestra en los Tablas 3 y 4.

**Tabla 3.** Muestras para los tratamientos de concentración del gel aloe vera para su aplicación como recubrimiento comestible en durazno huayco rojo mínimamente procesado.

<b>Tratamiento</b>	<b>Especificación</b>	<b>Cantidad (caja BOPS de 100 g)</b>
T <sub>1</sub>	30 % P/P gel de aloe vera / agua destilada	6
T <sub>2</sub>	40 % P/P gel de aloe vera / agua destilada	6
T <sub>3</sub>	50 % P/P gel de aloe vera / agua destilada	6
T <sub>4</sub>	60 % P/P gel de aloe vera / agua destilada	6
<b>TOTAL</b>		<b>24</b>

**Tabla 4.** Muestras para los tratamientos en la determinación de tipos de recubrimientos para el durazno huayco rojo.

<b>Tratamiento</b>	<b>Especificación</b>	<b>Cantidad (caja BOPS de 100 g)</b>
T <sub>0</sub>	Durazno sumergido en agua destilada	6
T <sub>1</sub>	Durazno sumergidos en la solución de ácidos orgánicos (1% ácido cítrico + 1% ácido ascórbico) por 2 minutos	6
T <sub>2</sub>	Durazno sumergido aloe vera con concentración óptima del RC	6
T <sub>3</sub>	Durazno con aplicación del mismo RC con previa inmersión en una solución de ácidos orgánicos (1% ácido cítrico + 1 % ácido ascórbico) por 2 minutos	6
<b>TOTAL</b>		<b>24</b>

### 3.3.3. Unidad de análisis

La unidad experimental estuvo conformada por 100 g de durazno mínimamente procesado en forma de cubos empacados en una caja BOPS transparente.

### 3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Para determinar la concentración de gel de aloe vera y agua destilada en la solución que servirá para el recubrimiento comestible del durazno huayco rojo mínimamente procesado se muestra en el Tabla 3; en tanto que para la evaluación de los tipos de recubierta comestible se muestra en el Tabla 4.

### 3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

- **Evaluación de los atributos sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos de los tratamientos de conservación con recubrimiento comestible del durazno mínimamente procesado.**

H<sub>0</sub>: No existe diferencia significativa en los atributos sensoriales y fisicoquímicos ni en la calidad microbiológica de los duraznos mínimamente procesados con recubiertas comestibles.

H<sub>0</sub>:  $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$

H<sub>1</sub>: Al menos una de los tratamientos se encuentra diferencias significativas en atributos sensoriales y/o fisicoquímicos y/o en la calidad microbiológica de los duraznos mínimamente procesados con recubiertas comestibles.

H<sub>1</sub>: Al menos un  $\tau_i \neq 0$

#### 3.5.1. Diseño de la investigación.

Para la evaluación de las propiedades físicas de los duraznos mínimamente procesados con recubiertas comestibles, según tratamientos, se utilizó el análisis de varianza correspondiente a un diseño completamente al azar DCA, y para la clasificación de tratamientos se utilizará la prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) (Montgomery 2011).

El modelo matemático correspondiente a un DCA (Diseño Completamente al Azar) tiene la ecuación siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

- $Y_{ij}$  : Propiedad física de la j – ésima repetición de la de los duraznos mínimamente procesados con recubiertas comestibles con la i-ésima concentración del gel de aloe vera y agua destilada
- $\mu$  : Efecto de la media general.
- $\tau_i$  : Efecto del i-ésimo concentración del gel de aloe vera.
- $\epsilon_{ij}$  : Efecto del error experimental.

Para la evaluación de las características sensoriales se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significancia  $\alpha= 5\%$  y su correspondiente prueba de clasificación de tratamientos (Sotomayor 2008).

### 3.5.2. Datos a registrar

Los datos registrados son los que se obtuvieron en los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales a los tratamientos en estudio.

### 3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.

#### a) Técnicas de investigación documental o bibliográfica

- **Análisis documental:** Nos permitió el análisis del material estudiado y precisarlo desde un punto de vista experimental.
- **Análisis de contenido:** Se estudió y analizó de una manera objetiva y sistemática el documento leído.

- **Fichaje:** Se usó para construir el marco teórico y la bibliografía del presente trabajo de investigación.

#### **b) Técnicas de campo**

- **Observación:** Nos permitió recolectar los datos directamente en los duraznos mínimamente procesados con diferentes recubiertas comestibles, mediante el cual se obtendrá los resultados sobre las características sensoriales y fisicoquímicas para las conclusiones de la presente investigación.

#### **c) Instrumento de recolección de datos**

Los instrumentos fueron sometidos a juicios de expertos para su evaluación de coherencia y correlación. Los instrumentos a utilizados fueron siguientes:

- **Para la recolección de información bibliográfica**  
Fichas de investigación o documentación: Comentario y resumen.
- **Para la evaluación sensorial:** instrumento que permitió recopilar en forma cualitativa los valores de los atributos organolépticos de los tratamientos en estudio. La recolección de los datos en la evaluación sensorial se realizó en la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial en el laboratorio de análisis sensorial.
- **Procesamiento y presentación de los resultados:** Los datos a obtenerse fueron ordenados y procesados utilizando el software Microsoft Office con sus hojas: de texto Word y cálculos Excel de acuerdo al diseño de investigación propuesto, la presentación de los resultados será en Tablas y Figuras según corresponda.

### **3.6. MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.6.1. Materiales biológicos.**

Se utilizaron duraznos de la variedad huayco rojo (*Prunus pérsica*) provenientes de cultivos comerciales de la zona productiva de Quivilla, Huamalies, preferentemente recién cosechados, con ausencia de daño mecánico, uniformes en tamaño y con grado de madurez óptimo.

El gel o mucilago de aloe vera 100% natural, se obtendrán de hojas de *Aloe barbadensis* Miller, cultivadas y adquiridas en el mercado de abastos naturales de la ciudad de Huánuco.

#### **3.6.2. Materiales.**

Los materiales utilizados en los laboratorios: cajas BOPS transparentes, tubos de ensayo de 10 mL, fioles de 10, 25 y 50 mL, Erlenmeyers de 100, 500 y 800 mL, pipetas de 1; 5 y 10 mL, tubos de ensayo de 10 mL, papel de filtro Wathman #41, vasos de precipitación de 250, 600 y 1000 mL, micropipetas, desecadores de vidrio y crisoles

#### **3.6.3. Reactivos.**

Se utilizó los siguientes reactivos: hidróxido de sodio al 1 N, agua destilada, ácido cítrico, ácido ascórbico, cera carnauba grado alimentario en escamas, glicerol (99,5%), polisorbato 80 (mono oleato de sorbitan), buffers de pH 4, 7 y 10.

#### **3.6.4. Equipos**

Para la ejecución de la investigación, se utilizó los siguientes equipos: secador de bandejas, balanza analítica, centrífuga, mufla, viscosímetro rotacional, estufa, equipo de baño maría, equipo de filtrado al vacío, cocina con termostato, agitador magnético, balanza con lámpara infrarroja para humedad, refrigerador; termómetro y congelador.

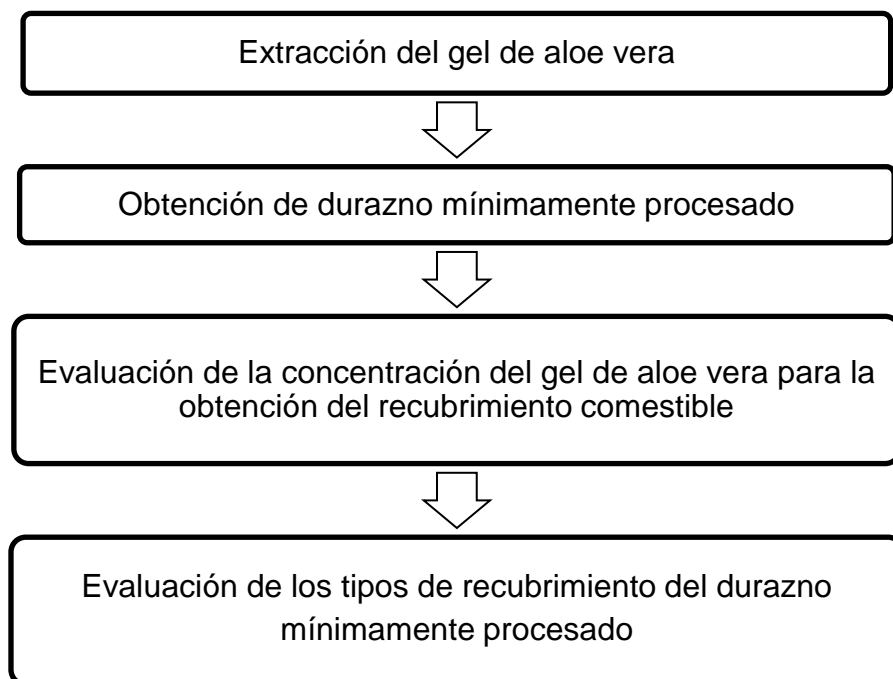
### **3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

En la Figura 2, se presenta el esquema experimental que se utilizó para la conducción y ejecución del trabajo de investigación.



### 3.7.1. Extracción del gel de aloe vera

El aloe vera (*Aloe barbadensis Miller*), cultivadas en Huánuco, se obtuvo el gel o mucilago 100% natural después de un proceso. Para lo cual se describe el procedimiento para la extracción del gel. El proceso empezó inmediatamente después del corte, porque la descomposición degradativa del gel comienza a partir de corte debido a las reacciones enzimáticas y la actividad de las bacterias normalmente presentes en las hojas. Después de que las hojas se cortan, se transportaran, se lavaron cuidadosamente con agua limpia. Para la separación se cortó la parte inferior de la hoja, por lo que las hojas tienen la oportunidad de "sangrar". Esto da como resultado que la aloína salga de las hojas. La aloína se menciona como una sustancia picante del exterior de la planta.

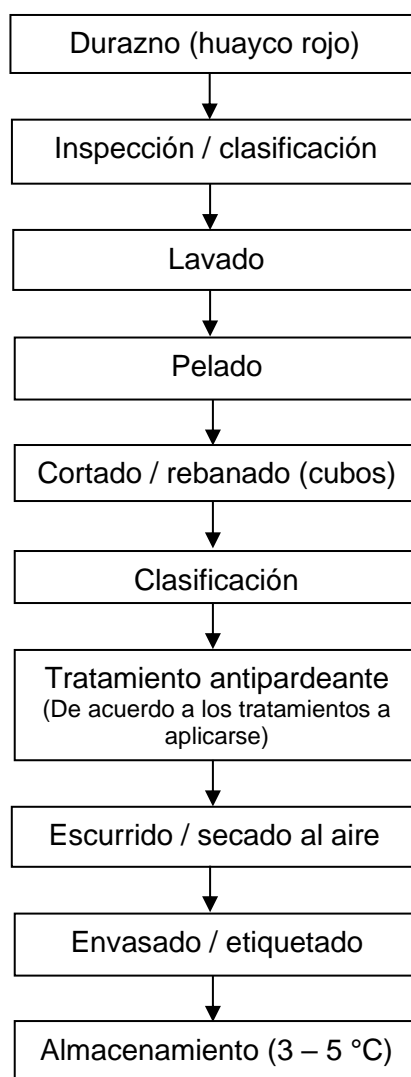


**Figura 2.** Esquema experimental del trabajo de investigación.

Posteriormente, la hoja se cortó longitudinalmente. Cada mitad de hoja estuvo compuesta por la piel y filete que contiene el gel. El filete se cortó y se raspó de la hoja, posteriormente, se licuó el gel.

### 3.7.2. Obtención de durazno mínimamente procesado

Los duraznos fueron pelados y cortados manualmente con asepsia con cuchillo, en forma de cubos de aproximadamente 2,0 cm de lado, presentación utilizada de manera comercial. Las operaciones se muestran en Figura 3, cuyas operaciones se describen a continuación.



**Figura 3.** Diagrama de flujo para la obtención de durazno mínimamente procesado.

- Recepción de la materia prima: consistió en cuantificar la fruta que entrará al proceso. El durazno deberá estar de sazones a maduro para garantizar buena consistencia.
- Inspección / Clasificación: se llevó a cabo desde tres puntos de vista: de acuerdo al tamaño (grande mediana y pequeña), de acuerdo a la madurez (verde pintón, maduro y sobre maduro), de acuerdo con el aspecto (sano y alterado). Se uniformizó un estado de 3/4 de maduración (pintón) para que resista bien el tratamiento y contenga mayor acidez.
- Lavado: tuvo por objeto eliminar sustancias extrañas que pueden estar adheridas a ellas. El lavado se realizó con chorros de agua clorada en una proporción de dos partes de cloro por millón de agua (2 ppm).
- Pelado: esta operación se llevó a cabo de forma manual, con la ayuda de cuchillos de acero inoxidable.
- Cortado y rebanado en cubos: después del lavado, la fruta pasó al cortado y cubeteado. Esta operación se realizó de forma manual. El durazno se cortó en forma de cubos de 2 cm de lado.
- Clasificación: preparado el producto, antes de pasar al envase, se hizo una nueva clasificación, con el objetivo de eliminar todos aquellos productos que posteriormente, a las operaciones antedichas presenten defectos que puedan afectar su calidad.
- Tratamiento antipardeante: esta operación consistió en someter al producto a la acción de ácidos cítrico y ascórbico (ver tratamientos a aplicarse).
- Escurrido: con el fin de eliminar el exceso de fluidos que pudiese quedar adherido en los cubos de fruta.
- Envasado: las frutas acondicionadas se colocaron en los envases cajas BOPS transparentes, los trozos de fruta se acomodaron procurando que queden acomodados para que entre la mayor cantidad de ellos y de acuerdo al peso establecido.
- Etiquetado: se colocó las etiquetas para identificar los tratamientos y facilitar el control y evaluación de los mismos.

- Almacenado: en refrigeración hasta su momento de evaluación.

### **3.7.3. Evaluación de la concentración del gel de aloe vera para la obtención del recubrimiento comestible.**

Para evaluar la eficacia del recubrimiento comestible de Aloe vera sobre la epidermis del durazno mínimamente procesado se probaron cuatro concentraciones (ver el Tabla 3) 30, 40, 50 y 60 % P/P gel de aloe vera / agua destilada, las propiedades evaluadas fueron en cuanto a adherencia, color y sabor. La concentración más adecuada fue utilizada en la siguiente etapa de la investigación. Una porción de la de solución acuosa de aloe vera fue calentada con cera carnauba al 0,1% P/P que actuará como fase oleosa a 95°C por 5 min, y luego se adicionará la porción faltante de la solución de aloe con polisorbato 80 al 0,01% P/P, que actuó como emulsificante del sistema y glicerol al 1% P/P como plastificante. Por último, las formulaciones establecidas fueron homogenizadas y almacenadas en refrigeración a 4°C ± 0,5°C hasta el momento de su uso según las recomendaciones de Ramírez, (2012). Los duraznos fueron pelados y cortados manualmente con asepsia con cuchillo, en forma de cubos de aproximadamente 2,0 cm de lado, El RC a base de gel mucilaginoso de aloe vera fue aplicado a los cubos de durazno mínimamente procesado por inmersión, durante un tiempo de 30 s y luego fueron secados a temperatura de 20 ± 2°C durante 1 hora en una estufa de aire forzado, siguiendo la metodología planteada por Restrepo & Aristizábal (2010) y Ramírez (2012).

El análisis sensorial se realizó con 18 panelistas semi entrenados y los datos registrados se analizaron estadísticamente a través de la prueba no paramétrica de Friedman con un nivel de significación  $\alpha = 5\%$  (Sotomayor 2008). La ficha de evaluación sensorial se muestra en el anexo 2.

### **3.7.4. Evaluación de los tipos de recubrimiento del durazno mínimamente procesado**

Se evaluaron cuatro tratamientos (ver Tabla 4). El tratamiento D\_A (control o blanco), en el cual se utilizaron duraznos sumergidos en agua destilada, el

tratamiento, duraznos con aplicación del D\_RC óptimo (viene del estudio de la etapa anterior), el tratamiento D\_Ac\_RC, duraznos con aplicación del mismo RC con previa inmersión en una solución de ácidos orgánicos (1 % ácido cítrico + 1 % ácido ascórbico) por 2 min y el tratamiento D\_Ac (Control de ácidos), muestras de duraznos con solo inmersión en la solución de ácidos por 2 min. El uso de este tipo de ácidos como pre tratamiento se ha reportado como efectivo para la inhibición del pardeamiento enzimático (González-Aguilar *et al.*, 2005; Siddiq *et al.*, 2012).

La unidad experimental estuvo conformada por 100 g de durazno mínimamente procesado en forma de cubos empacados en una caja BOPS transparente. Todas las unidades experimentales fueron sometidas a almacenamiento refrigerado a una temperatura media de 4°C ± 0,5 °C.

A continuación, se especifican los métodos utilizados en la realización de los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, en durazno mínimamente procesado sometido a los diferentes tratamientos

□ Firmeza. La firmeza de las muestras de los duraznos mínimamente procesadas fueron medidos con un texturómetro TexturePro CT V1.6 Build Brookfield Engineering Labs. Inc. Se realizaron ensayos de compresión/penetración unidireccional sin restricción lateral a 5 cubos de durazno por unidad experimental de cada tratamiento, con un punzón cilíndrico de 5mm (P/5), a una velocidad de 2mm/s y una deformación hasta del 50% del material, utilizando una celda de carga de 500N sobre plataforma plana. Los resultados de firmeza se expresaron como fuerza máxima de ruptura en Newton (N) (Ramírez 2012).

□ Color. El color de los duraznos en cubos mínimamente procesados fueron medidos por colorimetría. Las coordenadas de color L\*a\*b\* se determinaron usando el colorímetro marca Konica Minolta CR400 como instrumento estándar de medición. Se utilizó la escala de color Hunter; en donde L\* representa la luminosidad, a\* la variación verde-rojo y b\* la variación azul-amarillo. Con estas coordenadas se calculará la diferencia de color ( $\Delta E$ ) utilizando la ecuación 1:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \dots\dots\dots (1)$$

Donde  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  y  $\Delta b^*$ , representan las diferencias entre los parámetros de color de los cubos de durazno mínimamente procesado para cada tratamiento, respecto a

las coordenadas medias del tratamiento control en el día cero (inicio del almacenamiento) (Restrepo & Aristizábal 2010, Ramírez 2012).

□ %Pérdida de peso. Las pérdidas de peso acumuladas (%PP) se determinaron por gravimetría sobre las unidades experimentales, con una balanza marca OHAUS con una precisión de 0,001g, previa descuento de la tara de la caja de empaque, mediante la diferencia entre pesos, tomando como base el peso inicial (Pi) menos los pesos en las diferentes fechas de muestreo del almacenamiento (Pf). Los resultados se expresaron como porcentaje de pérdida de peso (%) mediante la ecuación (Restrepo 2009):

$$\%PP = 100 \times (Pi - Pf) / \dots\dots\dots (2)$$

□ Acidez titulable. El % de acidez se cuantificó por volumetría, titulando el sobrenadante con NaOH 0,1N y fenoltaleína como indicador. La acidez titulable de la muestra se expresó como el porcentaje en peso del ácido predominante que se encuentra en el fruto troceado.

□ Sólidos solubles (°Brix). Se determinó el contenido de sólidos solubles, empleando un refractómetro Hanna de escala 0,1- 85 Brix, con previa calibración empleando agua destilada.

□ pH. Se pesaron 10 g de la fruta por unidad experimental de cada tratamiento, que fue homogenizados en 100 mL de agua destilada. Se realizó la lectura directa de la solución con un pHmetro, previamente ajustado con soluciones patrón de pH 4 y 7 (AOAC 1995).

□ Análisis microbiológicos.

Los ensayos microbiológicos fueron en cuanto a recuento de bacterias mesófilas de acuerdo a la N.T.P. N° 071 BIOVITAL por la técnica de recuento de colonias en placa a 35 °C, norma equivalente a la ISO 4833. Los resultados se reportaron como UFC (unidades formadoras de colonias) de bacterias mesófilas (Ramírez 2012). El Recuento de mohos y levaduras se realizó de acuerdo a la N.T.P. N° 071 BIOVITAL, con base en la técnica de recuento de colonias en placa a 25 °C, norma equivalente a la ISO 7954. Los resultados se reportaron como UFC de mohos y levaduras (Ramírez 2012).

## IV. RESULTADOS

### 4.1. EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL GEL DE ALOE VERA PARA LA OBTENCIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE

Los resultados de la evaluación sensorial de la eficacia del recubrimiento comestible de aloe vera sobre la epidermis del durazno mínimamente procesado, en donde se probaron tres concentraciones 40, 50 y 60 % P/P gel de aloe vera / agua destilada, se muestran en los anexos 2.1, 2.2 y 2.3. Con respecto al análisis estadístico, la prueba no paramétrica de Friedman ( $p < 0,05$ ), señala que para las cuatro concentraciones en los atributos sensoriales de sabor, color y adherencia, existen diferencias significativas entre ellos. En el Tabla 5, se muestra la prueba de clasificación de los tratamientos para los cuatro atributos sensoriales.

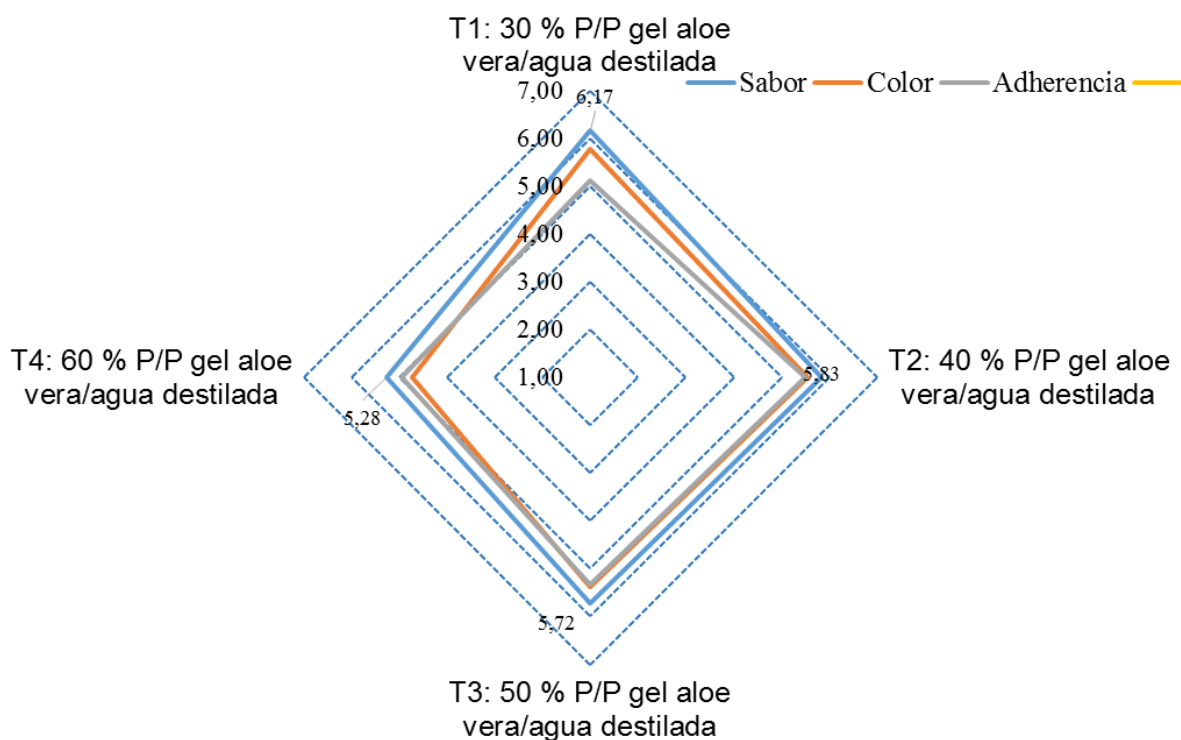
**Tabla 5.** Clasificación de las concentraciones del recubrimiento comestible de aloe vera sobre la epidermis del durazno mínimamente procesado.

Tratamientos	Atributos sensoriales					
	Sabor		Color		Adherencia	
T <sub>1</sub> : 30 % gel aloe vera/agua destilada	6,17	a	5,78	a	5,11	bc
T <sub>2</sub> : 40 % gel aloe vera/agua destilada	5,83	a	5,56	ab	5,50	a
T <sub>3</sub> : 50 % gel aloe vera/agua destilada	5,72	ab	5,39	b	5,33	ab
T <sub>4</sub> : 60 % gel aloe vera/agua destilada	5,28	b	4,72	c	4,94	c

Medias con diferente letra son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

En cuanto al “sabor”, los tratamientos con concentraciones de 30,40 y 50 % de gel aloe vera/agua destilada, forman un grupo estadístico homogéneo por lo que no se presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos, al llegar a la concentración de 60 % los panelistas percibieron una disminución del sabor significativa. Con respecto al atributo “color”, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las concentraciones de 30 y 40 %, conforme se incrementó las concentraciones a 50 y 60 % se evidencia estadísticamente diferencias en cuanto al color. Para el atributo adherencia se percibió que los tratamiento intermedios 40 y 50 % de gel aloe vera/agua destilada, fueron los

mejores, siendo estadísticamente homogéneos los dos y alcanzando puntuaciones entre 5 y 6, que según la escala hedónica de evaluación es equivalente a una calificación entre buena y muy buena adherencia.



**Figura 3.** Evaluación sensorial de la eficacia del recubrimiento comestible de aloe vera sobre la epidermis del durazno mínimamente procesado.

En la Figura 3, se muestra la gráfica del perfil sensorial, en la gráfica señala la tendencia hacia los ejes radiales extremos (mayores puntuaciones según la escala hedónica utilizada) en donde el tratamiento T<sub>2</sub> (40 % P/P gel aloe vera/ agua destilada) obtiene en promedio las más altas calificaciones: 5,83; 5,56 y 5,50, para los atributos del sabor, color y adherencia, respectivamente.



## 4.2. EVALUACIÓN DE LOS TIPOS DE RECUBRIMIENTO DEL DURAZNO MÍNIMAMENTE PROCESADO

### 4.2.1. Pérdida de peso porcentual

En el anexo 3, se detalla los resultados de la variación porcentual del peso durante el almacenamiento refrigerado, los resultados del análisis de varianza indicaron diferencias estadísticas, según los tratamientos de recubrimientos del durazno mínimamente procesado. En el Tabla 6, se muestra la clasificación de tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey realiza.

**Tabla 6.** Variación de la pérdida de peso (%) del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado.

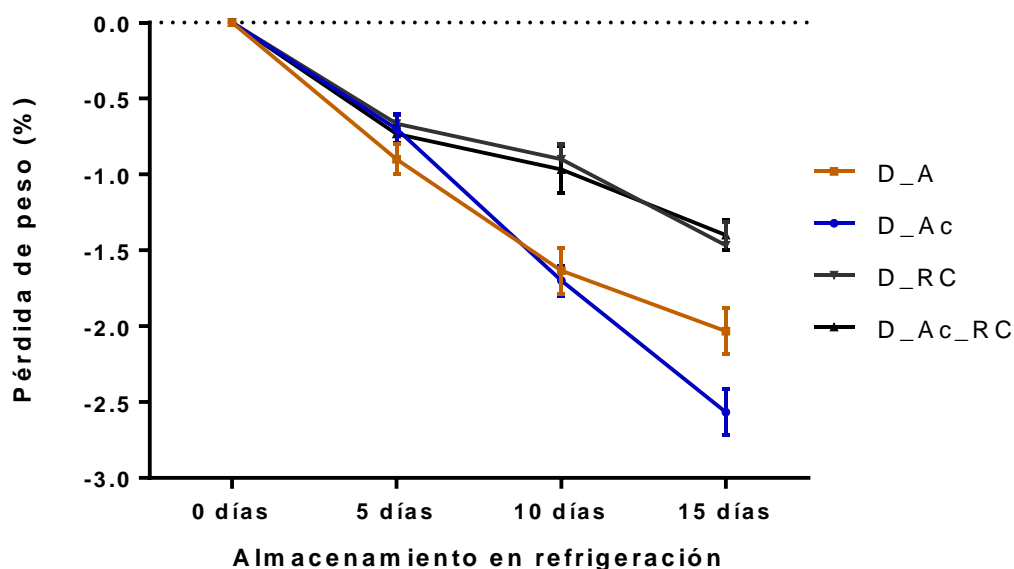
Tratamientos	Pérdida de peso (%) *			
	0 días	5 días	10 días	15 días
T <sub>0</sub> : D_A	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,90±0,10 <sup>b</sup>	1,63±0,15 <sup>b</sup>	2,03±0,15 <sup>b</sup>
T <sub>1</sub> : D_Ac	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,70±0,10 <sup>ab</sup>	1,70±0,10 <sup>b</sup>	2,57±0,15 <sup>c</sup>
T <sub>2</sub> : D_RC	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,67±0,60 <sup>a</sup>	0,90±0,10 <sup>a</sup>	1,47±0,15 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub> : D_Ac_RC	0,00±0,00 <sup>a</sup>	0,73±0,60 <sup>ab</sup>	0,97±0,15 <sup>a</sup>	1,40±0,10 <sup>a</sup>

\* Resultados expresados como promedio ± SD, n= 3. Medias con diferente letra en horizontal son significativamente diferentes prueba Tukey (p<0.05).

El Tabla 6, evidencia diferencias estadísticas entre tratamientos, donde los duraznos mínimamente procesados con recubrimiento comestible con aloe vera (RC) destacan con menores pérdidas porcentuales de peso. A partir de los 5 días de almacenamiento en refrigeración las pérdidas se van haciendo más notorias respecto al tratamiento control T<sub>0</sub>, que alcanza una pérdida total de 2,03 % al finalizar los 15 días de almacenamiento.

En la Figura 4, se muestra la evolución de la pérdida de peso % acumulada a través del almacenamiento. Las líneas de tendencias negativas, evidencian que al pasar los días la pérdida de peso se va incrementando; pero que el incremento de pérdida es menor con el uso del recubrimiento de aloe vera y cera carnauba que contribuyeron a la reducción significativa (p<0,05) de la pérdida de peso en las

muestras de los tratamientos D\_RC y D\_Ac\_RC con respecto al control D\_A y al tratamiento D\_Ac.



**Figura 4.** Pérdida porcentual del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

#### 4.2.2. Dureza

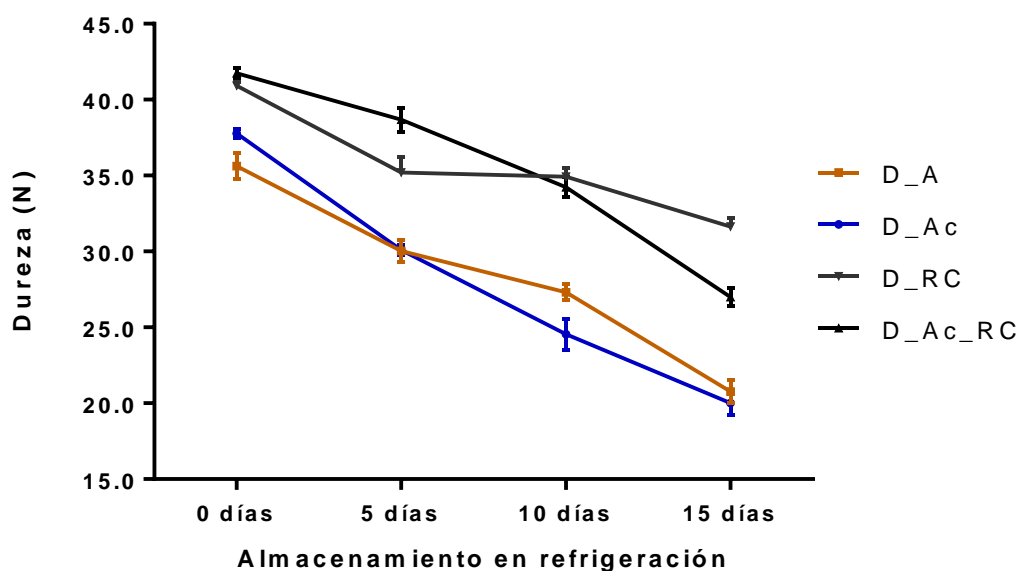
En el anexo 4, se muestran los resultados de la variación de la dureza (N), según los tratamientos de recubrimiento de los cubos de durazno. El análisis de varianza señala diferencias significativas; es decir que al menos uno de los tratamientos genera diferente dureza en los trozos de durazno mínimamente procesados. En el Tabla 7, se muestra la diferenciación de los tratamientos, la firmeza de los trozos de durazno con el tratamiento D\_Ac\_RC, varía desde 41,74 hasta 31,64 N, lo que significa una disminución porcentual de 24,2%, con el tratamiento D\_RC, varía desde 40,92 hasta 26,99 N (34 %); en tanto que en el tratamiento control disminuye desde 35,62 hasta 20,78 N (41,66 %) lo que evidencia que los recubrimientos comestibles marcan una diferencia significativa conservando la firmeza de los trozos de durazno.

**Tabla 7.** Variación de la dureza (N) del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado.

Tratamientos	Dureza (N) *			
	0 días	5 días	10 días	15 días
T <sub>0</sub> : D_A	35,62± 0,84 <sup>c</sup>	30,03±0,70 <sup>c</sup>	27,31±0,53 <sup>c</sup>	20,78±0,77 <sup>c</sup>
T <sub>1</sub> : D_Ac	37,77± 0,29 <sup>b</sup>	30,09±0,35 <sup>c</sup>	24,56±1,04 <sup>b</sup>	20,02±0,80 <sup>c</sup>
T <sub>2</sub> : D_RC	40,92 ±0,27 <sup>a</sup>	35,19± 1,00 <sup>b</sup>	34,23±0,57 <sup>a</sup>	26,99± 0,57 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub> : D_Ac_RC	41,74 ±0,34 <sup>a</sup>	38,68±0,79 <sup>a</sup>	34,92±0,65 <sup>a</sup>	31,64±0,59 <sup>a</sup>

\* Resultados expresados como promedio ± SD, n= 3. Medias con diferente letra en horizontal son significativamente diferentes prueba Tukey (p<0.05).

En la Figura 5, se muestra la evolución de la firmeza de los trozos de durazno, según tratamientos y durante su almacenamiento en refrigeración, en forma general disminuye la dureza conforme pasa los días de almacenamiento; sin embargo, la tendencia a la disminución presenta menor pendiente con los tratamientos D\_RC y D\_Ac\_RC, lo que se refleja en la mejor conservación de la firmeza o dureza.



**Figura 5.** Variación de la dureza (N) del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con

ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

#### 4.2.3. Color

En el anexo 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4, se muestra los resultados obtenidos para la variación del color de las muestras de durazno, según los tratamientos del estudio. Para las coordenadas de color  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  como para el  $\Delta E$  el análisis de varianza mostró diferencias significativas entre el tiempo de almacenamiento y los tratamientos, lo que se entiende que durante el periodo de almacenamiento estos factores influyeron significativamente en el comportamiento del color de las muestras de durazno mínimamente procesado. De manera general se observó una disminución de las coordenadas  $L^*$  y  $b^*$ , como un aumento de los valores de  $a^*$  para todas las muestras durante el almacenamiento independiente del tratamiento utilizado.

Para la expresión numérica  $L^*$ , como se observa en la Figura 6 (parte superior izquierda), no se presentan diferencias significativas entre los tratamientos los primeros 5 días de almacenamiento, solo hasta el tratamiento control D\_A, muestra un decrecimiento marcado en comparación a los demás, tendencia que se conserva hasta el final del almacenamiento. Los tratamientos D\_Ac, D\_RC, y D\_Ac\_RC, presentan una disminución leve a lo largo de los días de evaluación, sin presentar diferencias significativas entre ellos, manteniendo valores promedios descendentes en un rango de 76,07 – 69,99 que son significativamente mayores al compararlos con los obtenidos en el tratamiento control a partir de los 5 días de almacenamiento.

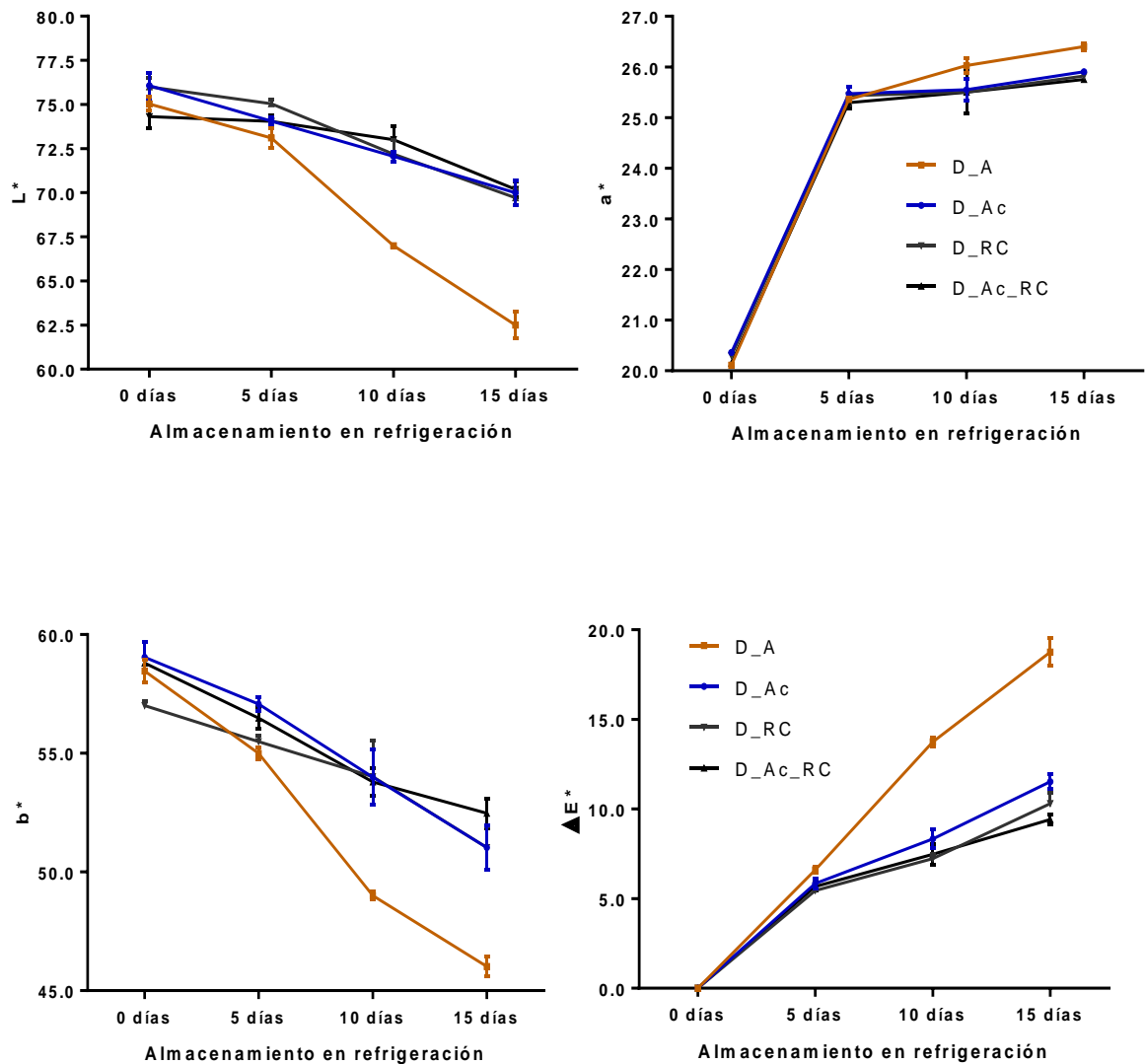
Con respecto a la expresión numérica del color  $b^*$ , como se observa en la Figura 6 (parte inferior izquierda), presenta un comportamiento similar a los valores  $L^*$ , evidenciando una disminución progresiva durante todo el tiempo de almacenamiento, siendo más marcada para las muestras del tratamiento control (D\_A), la cuales presenten valores significativamente menores ( $p < 0,05$ ) al compararlos con los valores presentados para los otros tratamiento (D\_Ac, D\_RC y D\_Ac\_RC), desde el día 5 hasta el final del almacenamiento en el día 15. Sin embargo, la coordenada cromática de la expresión numérica del color  $a^*$  (parte superior derecha de la Figura 6), presenta una tendencia al aumento durante todo el almacenamiento refrigerado, comportamiento que tiende a ser más leve para las muestras recubiertas y con pretratamiento de ácidos orgánicos, que para las

muestras control que exhiben valores significativamente mayores desde el día 5 hasta el final del almacenamiento.

**Tabla 8.** Variación de las expresiones numéricas del color L\*, a\*, b\* y ΔE\* del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado.

Tratamientos	L*			
	0 días	5 días	10 días	15 días
T <sub>0</sub> : D_A	75,03±0,40 <sup>ab</sup>	73,10±0,56 <sup>b</sup>	66,99±0,15 <sup>b</sup>	62,50±0,76 <sup>b</sup>
T <sub>1</sub> : D_Ac	76,07±0,73 <sup>a</sup>	74,06±0,22 <sup>b</sup>	72,06±0,29 <sup>a</sup>	69,99±0,69 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub> : D_RC	75,99±0,52 <sup>a</sup>	75,04±0,24 <sup>b</sup>	72,19±0,77 <sup>a</sup>	69,72±0,47 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub> : D_Ac_RC	74,31±0,63 <sup>b</sup>	74,04±0,37 <sup>a</sup>	73,00±0,76 <sup>a</sup>	70,19±0,42 <sup>a</sup>
	a*			
	0 días	5 días	10 días	15 días
T <sub>0</sub> : D_A	20,11±0,04 <sup>b</sup>	25,36±0,03 <sup>a</sup>	26,03±0,14 <sup>a</sup>	26,40±0,07 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub> : D_Ac	20,36±0,06 <sup>a</sup>	25,37±0,13 <sup>a</sup>	25,55±0,22 <sup>a</sup>	25,91±0,06 <sup>b</sup>
T <sub>2</sub> : D_RC	20,30±0,02 <sup>a</sup>	25,43±0,02 <sup>a</sup>	25,50±0,04 <sup>a</sup>	25,82±0,09 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub> : D_Ac_RC	20,15±0,03 <sup>b</sup>	25,30±0,13 <sup>a</sup>	25,50±0,41 <sup>a</sup>	25,75±0,03 <sup>b</sup>
	b*			
	0 días	5 días	10 días	15 días
T <sub>0</sub> : D_A	58,47±0,49 <sup>a</sup>	54,99±0,23 <sup>b</sup>	49,01±0,17 <sup>b</sup>	46,01±0,41 <sup>b</sup>
T <sub>1</sub> : D_Ac	59,05±0,65 <sup>a</sup>	57,07±0,29 <sup>a</sup>	43,99±1,15 <sup>a</sup>	51,02±0,96 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub> : D_RC	57,01±0,20 <sup>b</sup>	55,49±0,26 <sup>b</sup>	54,01±1,52 <sup>a</sup>	51,03±0,89 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub> : D_Ac_RC	58,81±0,07 <sup>a</sup>	56,49±0,47 <sup>a</sup>	53,80±0,58 <sup>a</sup>	52,48±0,62 <sup>a</sup>
	ΔE*			
	0 días	5 días	10 días	15 días
T <sub>0</sub> : D_A	0,00±0,00 <sup>a</sup>	6,60±0,17 <sup>a</sup>	13,75±0,26 <sup>a</sup>	18,76±0,77 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub> : D_Ac	0,00±0,00 <sup>a</sup>	5,84±0,28 <sup>b</sup>	8,33±0,53 <sup>b</sup>	11,53±0,42 <sup>b</sup>
T <sub>2</sub> : D_RC	0,00±0,00 <sup>a</sup>	5,45±0,10 <sup>b</sup>	7,24±0,26 <sup>b</sup>	10,30±0,58 <sup>bc</sup>
T <sub>3</sub> : D_Ac_RC	0,00±0,00 <sup>a</sup>	5,67±0,21 <sup>b</sup>	7,48±0,60 <sup>b</sup>	9,42±0,26 <sup>c</sup>

\* Resultados expresados como promedio ± SD, n= 3. Medias con diferente letra en horizontal son significativamente diferentes prueba Tukey (p<0.05).



**Figura 6.** Variación de las expresiones del color del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

Tanto para las coordenadas  $a^*$  como para  $b^*$ , se observó durante todo el almacenamiento que no existieron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos D\_Ac, D\_RC y D\_Ac\_RC, los cuales se comportaron como un grupo homogéneo con una tendencia hacia la conservación de los valores de estas expresiones del color. Con respecto a las diferencias de color expresado como ( $\Delta E$ ), en la Figura 6 (parte inferior derecha), se puede observar los valores medios

para los días 0 y 10, no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos: D\_Ac, D\_RC y D\_Ac\_RC, indicando así que el uso del recubrimiento comestible de Aloe vera no alteró el color natural de las muestras de durazno. Para estos tres tratamientos al final del almacenamiento, se logró un valor entre 9,42 y 11,53 unidades de cambio de color con respecto al color de referencia del inicio del almacenamiento, mientras que con el tratamiento control (D\_A) el cambió en promedio fue de 18,76 unidades.

#### 4.2.4. Sólidos solubles

Los resultados de la evolución de los sólidos solubles de las muestras de durazno mínimamente procesadas, según tratamientos, se muestran en detalle en el anexo 6, donde el análisis de varianza muestra diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos. En el Tabla 9 y su gráfica de los promedios mostrada en la Figura 7, se muestra la evolución de los sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix) de los tratamientos en estudio durante el periodo de almacenamiento en refrigeración.

**Tabla 9.** Variación de los sólidos solubles del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado.

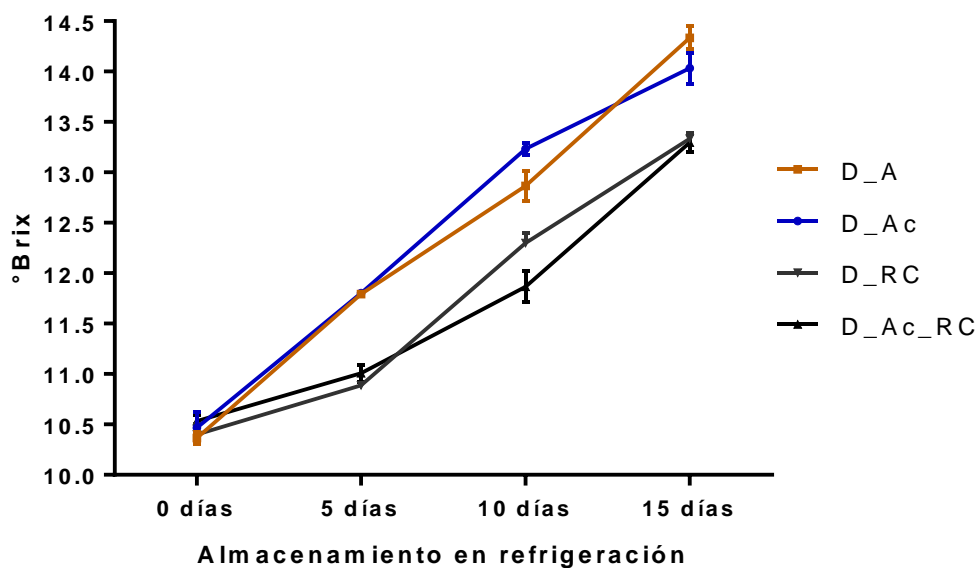
Tratamientos	Sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix) *			
	0 días	5 días	10 días	15 días
T <sub>0</sub> : D_A	10,37±0,06 <sup>a</sup>	11,79±0,02 <sup>a</sup>	12,87±0,15 <sup>b</sup>	14,33± 0,12 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub> : D_Ac	10,47±0,15 <sup>a</sup>	11,80±0,02 <sup>a</sup>	13,23±0,06 <sup>a</sup>	14,03±0,15 <sup>b</sup>
T <sub>2</sub> : D_RC	10,40±0,10 <sup>a</sup>	10,89±0,02 <sup>c</sup>	12,30±0,10 <sup>c</sup>	13,33±0,06 <sup>c</sup>
T <sub>3</sub> : D_Ac_RC	10,53± 0,06 <sup>a</sup>	11,01±0,08 <sup>b</sup>	11,87±0,15 <sup>d</sup>	13,30±0,10 <sup>c</sup>

\* Resultados expresados como promedio  $\pm$  SD, n= 3. Medias con diferente letra en horizontal son significativamente diferentes prueba Tukey ( $p < 0,05$ ).

Se observa como los sólidos solubles de los cubos de durazno presentan una tendencia a aumentar significativamente ( $p < 0,05$ ) a lo largo del tiempo de almacenamiento independiente del tratamiento. La prueba de comparación de medias Tukey, no mostró diferencias significativas entre los tratamientos D\_A y D\_Ac hasta los 5 días de almacenamiento, A partir de los 5 días los cuatro



tratamientos se diferencian estadísticamente; pero al finalizar el almacenamiento no se encontró diferencias entre los tratamientos D\_RC y D\_Ac\_RC. Para el inicio del almacenamiento, no se observaron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos ( $p > 0,05$ ), pero a partir del día 5, el efecto del recubrimiento comestible tanto del tratamiento D\_RC como D\_Ac\_RC, se hace significativo ( $p < 0,05$ ) con valores menores de grados Brix con respecto al tratamiento control (D\_A).



**Figura 7.** Variación de los sólidos solubles del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

#### 4.2.5. pH

El análisis de varianza de los resultados de la evolución del pH de las muestras de durazno, según tratamientos experimentados, se muestra en el anexo 7; mientras que la variación promedio se resume en el Tabla 10 y la Figura 8.

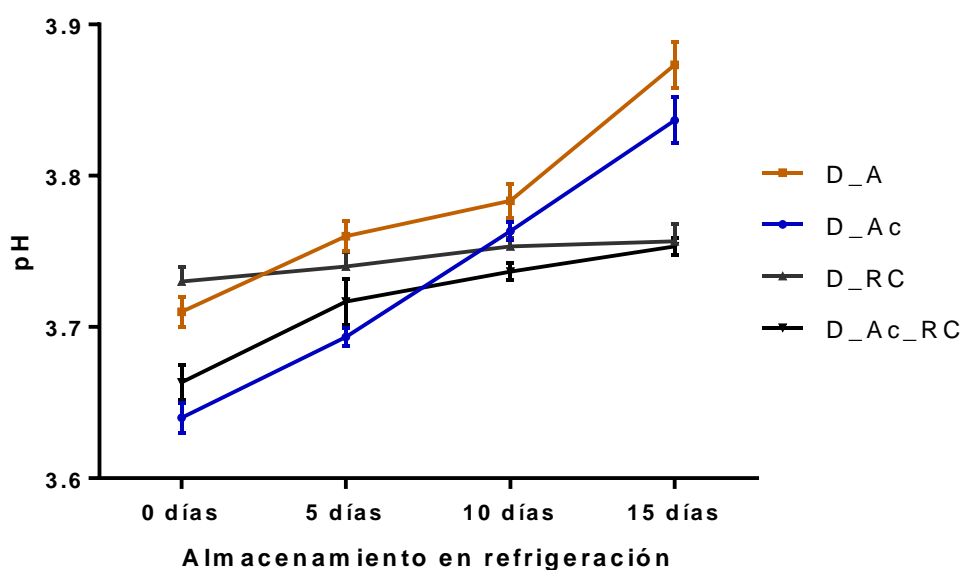
Como se puede observar en el Tabla 10, para el día 0, el tratamiento D\_Ac y D\_Ac\_RC presenta valores promedio de pH más bajos (3,64 y 3,66), siendo estadísticamente diferente ( $p < 0,05$ ) comparado con el control (3,71) y el

tratamiento D\_RC (3,73). Asimismo, desde el inicio del almacenamiento, para los tratamientos D\_Ac\_RC pero con un comportamiento menos acelerado sin mostrar diferencias significativas entre éstos tratamientos hasta el día 15.

**Tabla 10.** Variación del pH del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado.

Tratamientos	pH *			
	0 días	5 días	10 días	15 días
T <sub>0</sub> : D_A	3,71±0,01 <sup>a</sup>	3,76 ±0,01 <sup>a</sup>	3,78± 0,01 <sup>a</sup>	3,87±0,02 <sup>a</sup>
T <sub>1</sub> : D_Ac	3,64±0,01 <sup>b</sup>	3,69±0,01 <sup>c</sup>	3,76±0,01 <sup>b</sup>	3,84±0,02 <sup>b</sup>
T <sub>2</sub> : D_RC	3,73±0,01 <sup>a</sup>	3,74±0,01 <sup>ab</sup>	3,75±0,01 <sup>bc</sup>	3,76±0,01 <sup>c</sup>
T <sub>3</sub> : D_Ac_RC	3,66±0,01 <sup>b</sup>	3,72±0,02 <sup>bc</sup>	3,74±0,01 <sup>c</sup>	3,75±0,01 <sup>c</sup>

\* Resultados expresados como promedio ± SD, n= 3. Medías con diferente letra en horizontal son significativamente diferentes prueba Tukey (p<0.05).



**Figura 8.** Variación del pH del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

#### 4.2.6. Acidez titulable

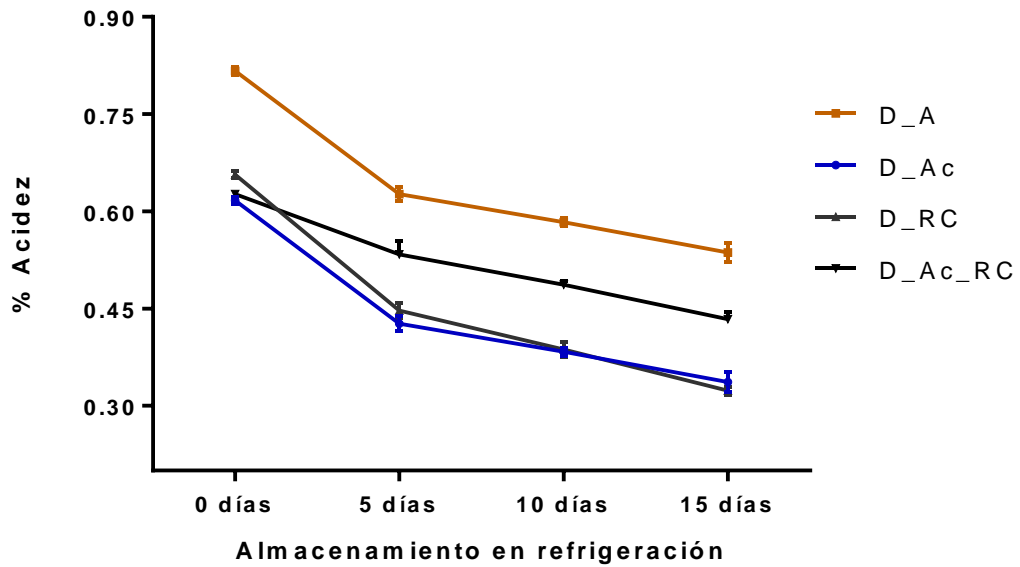
Los resultados de la evolución de la acidez titulable en las muestras de durazno, según los tratamientos experimentados, se muestra con más detalles en el anexo 8. El ANVA de los resultados señaló en forma general, diferencias significativas entre tratamientos. En el Tabla 11, se muestra la clasificación de los promedios de acuerdo a la prueba de Tukey y la gráfica que señala la tendencia de la evolución de los tratamientos se muestra en la Figura 9.

**Tabla 11.** Variación del porcentaje de acidez del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado.

Tratamientos	% de acidez titulable *			
	0 días	5 días	10 días	15 días
T <sub>0</sub> : D_A	0,62±0,01 <sup>b</sup>	0,43±0,01 <sup>b</sup>	0,38±0,00 <sup>b</sup>	0,34±0,02 <sup>b</sup>
T <sub>1</sub> : D_Ac	0,66±0,01 <sup>a</sup>	0,45±0,01 <sup>b</sup>	0,39±0,01 <sup>b</sup>	0,32±0,01 <sup>b</sup>
T <sub>2</sub> : D_RC	0,63±0,01 <sup>b</sup>	0,53±0,02 <sup>a</sup>	0,49±0,01 <sup>a</sup>	0,43±0,01 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub> : D_Ac_RC	0,65±0,01 <sup>a</sup>	0,55±0,02 <sup>a</sup>	0,49±0,01 <sup>a</sup>	0,44±0,01 <sup>a</sup>

\* Resultados expresados como promedio ± SD, n= 3. Medías con diferente letra en horizontal son significativamente diferentes prueba Tukey (p<0.05).

En el Tabla 11, se evidencia que la acidez titulable en los cubos de durazno decreció significativamente (p<0,05) durante el tiempo de almacenamiento independiente del tratamiento utilizado, aunque con rangos de variación mínimos. Se observa también, que no se presentan diferencias significativas (p>0,05) entre los tratamientos D\_RC y D\_Ac\_RC desde los 5 hasta los 15 días de almacenamiento, al igual que para D\_A y D\_Ac; evidenciando que la incorporación de ácidos orgánicos en los tratamientos no tiene un efecto determinante sobre los cambios en la acidez titulable. A partir del día 5, las muestras tratadas con el recubrimiento comestible (D\_RC y D\_Ac\_RC) comienzan a mostrar diferencias significativas (p<0,05) con respecto a las muestras control y D\_Ac, hasta el final del almacenamiento, con porcentajes de acidez titulable mayores.



**Figura 9.** Variación del % de acidez del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

#### 4.2.7. Análisis microbiológico

En el Tabla 12, se pueden apreciar los resultados obtenidos para los parámetros microbiológicos evaluados en muestras de durazno mínimamente procesado con diferentes tratamientos durante almacenamiento refrigerado de 15 días. Se aprecia también que para el día 0 de almacenamiento se obtuvieron conteos para cada uno de los tratamientos tanto para mesófilos como para mohos y levaduras. Para todos los tratamientos se evidenció un incremento durante los días de evaluación en los conteos de mesófilos aerobios y de mohos y levaduras. Para el último día de almacenamiento, se observa que los valores promedio de las muestras sin recubrimiento (D\_A y D\_Ac) sobrepasan los límites máximos establecidos para el conteo de mesófilos aerobios (4 Log Ufc/g), mientras que las muestras con recubrimiento (D\_RC y D\_Ac\_RC) conservan valores más bajos al de referencia; caso similar ocurre con los valores promedio para mohos y levaduras siendo

menores los conteos obtenidos para las muestras tratadas con el recubrimiento, sin embargo ningún valor sobrepasó el límite propuesto de deterioro.

**Tabla 12.** Análisis microbiológicos evaluados el durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

Análisis microbiológicos	Días	Tratamientos			
		T0 : D_A	T1: D_Ac	T2: D_RC	T3: D_Ac_RC
Mesófilos aerobios (UFC/g)	0	$1,24 \times 10^2$	$1,37 \times 10^2$	$6,58 \times 10$	$1,64 \times 10^2$
	5	$1,66 \times 10^2$	$7,24 \times 10$	$1,15 \times 10^2$	$1,38 \times 10^2$
	10	$4,04 \times 10^3$	$3,12 \times 10^3$	$9,56 \times 10^2$	$2,74 \times 10^3$
	15	$1,05 \times 10^5$	$5,66 \times 10^4$	$1,10 \times 10^3$	$3,63 \times 10^3$
Mohos /Levaduras (UFC/g)	0	$4,24 \times 10$	$6,58 \times 10$	$3,62 \times 10$	$6,19 \times 10$
	5	$7,23 \times 10$	$7,96 \times 10$	$6,32 \times 10$	$7,23 \times 10$
	10	$5,65 \times 10^2$	$5,61 \times 10^2$	$2,88 \times 10^2$	$5,29 \times 10^2$
	15	$9,50 \times 10^3$	$6,01 \times 10^3$	$2,89 \times 10^3$	$5,68 \times 10^3$
Coliformes fecales (NMP/g)	0	< 3	< 3	< 3	< 3
	5	< 3	< 3	< 3	< 3
	10	< 3	< 3	< 3	< 3
	15	< 3	< 3	< 3	< 3
Coliformes totales (NMP/g)	0	< 3	< 3	< 3	< 3
	5	< 3	< 3	< 3	< 3
	10	< 3	< 3	< 3	< 3
	15	< 3	< 3	< 3	< 3

Ver anexo 9 (Certificados Biovital)

#### 4.2.8. Análisis sensorial

Los resultados de la evolución, durante el periodo de almacenamiento en refrigeración, de los cuatro atributos sensoriales evaluados: sabor, color, olor y apariencia general, según los tratamientos de recubrimiento de las muestras de durazno mínimamente procesado, se muestran en los anexos 10.1, 10.2 10.3 y 10.4 también en estos anexos, se registran los resultados de los análisis estadísticos de la prueba no paramétrica de Friedman ( $p < 0,05$ ).

En el Tabla 13, se muestra la prueba de clasificación de los tratamientos para los cuatro atributos sensoriales, de acuerdo a los días de almacenamiento en refrigeración. En la Figura 10, se muestra las tendencias de las curvas de variación de los cuatro atributos. Para todos los descriptores se puede observar una tendencia similar en cuanto a la disminución en la intensidad percibida por los panelistas a través del tiempo de almacenamiento.

Con respecto a la evolución del sabor de las muestras de durazno, hasta el día 5 no mostraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos D\_A y D\_Ac y obtuvieron calificaciones superiores a los otros dos tratamientos con RC; sin embargo, al llegar y después del día 10, son los tratamientos D\_RC y D\_Ac\_RC, los que significativamente obtienen mejores calificaciones por los jueces y se presentan como grupos homogéneos. Se observa también, que los tratamientos sin RC, llegan a los 15 días con calificaciones entre regular y malo (entre 3 y 4, según escala de evaluación). Como se observa en la Figura 10 (parte superior izquierda), los valores para las muestras tratadas con el recubrimiento se tienden a estabilizar, lo que no ocurre con las muestras no tratadas con recubrimiento, las cuales muestran valores de intensidad de sabor significativamente menores ( $p < 0,05$ ) para el día 15.

Con respecto al atributo color, como se reportó en la evaluación instrumental del  $\Delta E$ , el recubrimiento de aloe tiende a retrasar los cambios de color en las muestras de durazno mínimamente procesado, siendo menor percibido estos cambios por los panelistas cuando se trató de los tratamientos con RC. La tendencia de la percepción de la disminución del atributo color en las muestras de durazno, se evidencia en la tendencia de las curvas de la Figura 10 (parte superior derecha),

siendo menores las pendientes de las curvas con los tratamientos D\_RC y D\_Ac\_Rc.

**Tabla 13.** Variación de los atributos sensoriales del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado.

Tratamientos	Sabor			
	0 días	5 días	10 días	15 días
T <sub>0</sub> : D_A	6,3 <sup>a</sup>	5,6 <sup>ab</sup>	4,3 <sup>b</sup>	3,4 <sup>c</sup>
T <sub>1</sub> : D_Ac	6,1 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	4,8 <sup>a</sup>	4,0 <sup>b</sup>
T <sub>2</sub> : D_RC	5,3 <sup>b</sup>	5,3 <sup>bc</sup>	5,1 <sup>a</sup>	4,6 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub> : D_Ac_RC	5,1 <sup>b</sup>	5,1 <sup>c</sup>	4,9 <sup>a</sup>	4,5 <sup>a</sup>

Tratamientos	Color			
	0 días	5 días	10 días	15 días
T <sub>0</sub> : D_A	6,7 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	4,6 <sup>b</sup>	3,7 <sup>c</sup>
T <sub>1</sub> : D_Ac	6,6 <sup>ab</sup>	5,7 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>	4,4 <sup>b</sup>
T <sub>2</sub> : D_RC	6,3 <sup>b</sup>	6,1 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub> : D_Ac_RC	5,8 <sup>c</sup>	5,7 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>

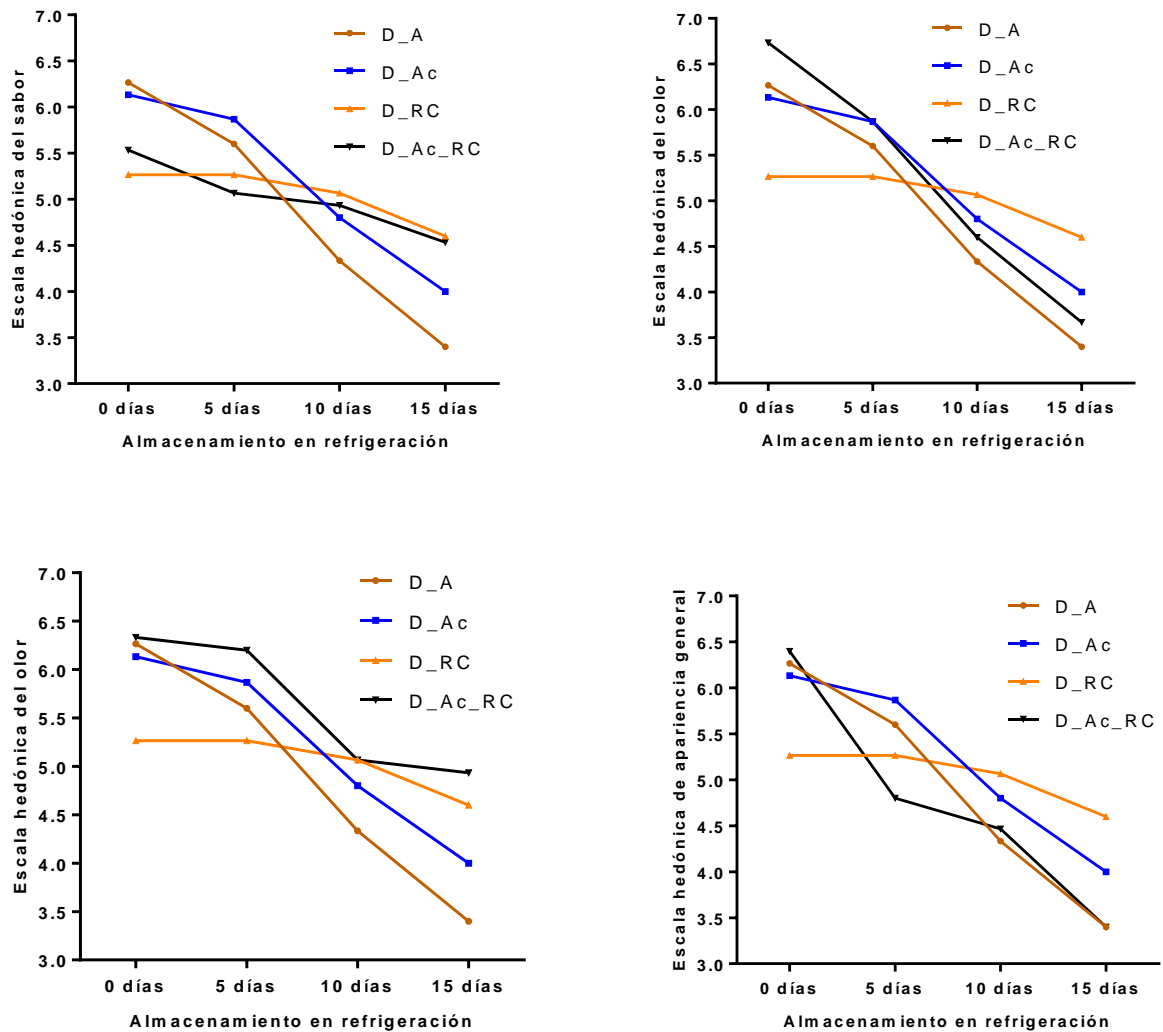
  

Tratamientos	Olor			
	0 días	5 días	10 días	15 días
T <sub>0</sub> : D_A	6,3 <sup>a</sup>	6,2 <sup>a</sup>	5,1 <sup>b</sup>	4,9 <sup>b</sup>
T <sub>1</sub> : D_Ac	6,1 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	5,2 <sup>b</sup>	5,0 <sup>b</sup>
T <sub>2</sub> : D_RC	6,1 <sup>a</sup>	5,9 <sup>a</sup>	5,8 <sup>a</sup>	5,6 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub> : D_Ac_RC	6,0 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>	5,5 <sup>a</sup>

Tratamientos	Apariencia general			
	0 días	5 días	10 días	15 días
T <sub>0</sub> : D_A	6,4 <sup>a</sup>	4,8 <sup>ab</sup>	4,5 <sup>b</sup>	3,4 <sup>c</sup>
T <sub>1</sub> : D_Ac	6,3 <sup>a</sup>	4,9 <sup>a</sup>	4,9 <sup>a</sup>	3,8 <sup>b</sup>
T <sub>2</sub> : D_RC	6,2 <sup>b</sup>	5,7 <sup>bc</sup>	5,8 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub> : D_Ac_RC	5,9 <sup>b</sup>	5,9 <sup>c</sup>	5,7 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>

Medias con diferente letra son significativamente diferentes prueba Tukey ( $p < 0.05$ ).



**Figura 10.** Variación de los atributos sensoriales del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

Por otro lado, la evolución del descriptor olor característico a través del tiempo de almacenamiento y su tendencia a la disminución a partir del primer día de almacenamiento indica la formación de grupos estadísticamente homogéneos entre el tratamiento con RC y sin RC. En la Figura 10 (parte inferior izquierda), se grafica la tendencia a la disminución del atributo olor en las muestras de durazno, según los tratamientos, siendo menos esta disminución con el tratamiento D\_RC, seguido del tratamiento D\_Ac\_RC.



Por último, el atributo de la apariencia general, que reúne la apreciación de los descriptores de apariencia, sabor, color, olor y textura, para determinar la aceptabilidad global de la muestra, como era de esperarse, la valoración de la apariencia general tiende a asemejarse al concepto dado para los atributos evaluados previamente, tendiendo a disminuir a través del tiempo de almacenamiento como se observa en la Figura 10 (parte inferior derecha). Para el final del almacenamiento se distingue marcadamente una diferencia significativa entre las muestras tratadas con el recubrimiento comestible (D\_RC y D\_Ac\_RC) las cuales conservan una apariencia general mejor frente a las no tratadas (D\_A y D\_Ac), las cuales decayeron por debajo de la calificación regular según la escala utilizada. Se destaca además que los panelistas no encontraron diferencias texturales referentes desde el inicio hasta el final del almacenamiento para las muestras tratadas con el recubrimiento comestible a base de aloe vera.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. DE LA EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL GEL DE ALOE VERA PARA LA OBTENCIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE

Los resultados de la evaluación sensorial de las cuatro concentraciones del gel aloe vera para la obtención del recubrimiento comestible, determinó que la mejor concentración fue el 40 % P/P gel de aloe vera / agua destilada. Nuestros resultados están muy próximos a lo aplicado por Pérez (2015) quién en su investigación utilizó una concentración de 50 % P/P de aloe vera/agua destilada en la conservación de cubos de mango mínimamente procesados, en tanto que Restrepo (2009) y Ramírez (2012), también a través de ensayos cualitativos realizados, observaron que el recubrimiento con concentraciones cercanos a 50 % P/P obtuvieron un RC con características adecuadas en cuanto a adherencia, color y sabor para ser utilizado sobre la epidermis del mango mínimamente procesado.

### 5.2. DE LA EVALUACIÓN DE LOS TIPOS DE RECUBRIMIENTO DEL DURAZNO MÍNIMAMENTE PROCESADO

#### 5.2.1. Pérdida de peso porcentual

En el Tabla 6, se observó del día 5 y hasta el final del almacenamiento (15 días), el uso del recubrimiento de aloe vera y cera carnauba contribuyó a la reducción significativa de la pérdida de peso en las muestras de duraznos con los tratamientos D\_RC y D\_Ac\_RC con respecto al tratamiento control (D\_A) y al tratamiento D\_Ac. Esto probablemente se explica debido al efecto de barrera a la pérdida de agua que proveen los polisacáridos del aloe vera (Chauhan *et al.*, 2011) en conjunto con la acción hidrofóbica de la cera carnauba, que hacen que el recubrimiento sea menos permeable al vapor de agua, contrarrestando la pérdida de agua del interior al exterior de las muestras de durazno (Khuyen *et al.*, 2008). También en el Tabla 6, los dos tratamientos con recubrimiento comestible presentaron un comportamiento homogéneo durante todo el almacenamiento, éste comportamiento similar se registró entre los tratamientos D\_A y D\_Ac, lo que sugiere que el efecto de la preinmersión no es determinante para la variable pérdida de peso. Estos resultados

en disminución de pérdida de peso por efecto de la utilización de un recubrimiento comestible a base de aloe vera y cera carnauba, coinciden con los presentados por Perez (2015) en mango y Restrepo & Aristizábal (2010) y Ramírez (2012) en fresas y moras, respectivamente. También para el caso de mango mínimamente procesado se ha reportado que el uso de recubrimientos a base de quitosano (Chien et al., 2007; Nongtaodum & Jangchud, 2009), almidón de yuca (Chiumarelli et al., 2011) y mucilago de opuntia con aceite de rosmarín (Alikhani, 2014), también permiten reducir las pérdidas de peso durante el almacenamiento, lo que indica que el recubrimiento de aloe vera y cera carnauba representa una alternativa eficaz para disminuir la pérdida de peso del durazno mínimamente procesado.

### **5.2.2. Dureza**

La disminución gradual de la firmeza (dureza en N) de los cuatro tratamientos, que se evidenció en la Figura 5, posiblemente se atribuye a la degradación o digestión de polisacáridos pécticos de la pared celular por actividad de enzimas como la pectinesterasa, poligalacturonasa y B-galactosidasa, como también a la pérdida de presión de turgencia celular durante la maduración en el almacenamiento (Abassi *et al.*, 2009; Sothornvit & Rodsamran, 2010; De Souza *et al.* 2011). Asimismo, al inicio del almacenamiento se apreció una diferencia estadística en la dureza entre los tratamientos con RC y sin RC, quizás pueda deberse al RC. A los 10 de almacenamiento los tratamientos con recubrimiento comestible mantienen valores mayores de firmeza comparados con los tratamientos que no poseen RC, los cuales evidencian una disminución marcada hasta el día 15, esto está relacionado probablemente con la paulatina pérdida de peso que se genera en el almacenamiento y con los procesos metabólicos relacionados con la maduración. Asimismo, el decaimiento de los valores de firmeza que se mostró más marcado para los tratamientos sin RC en el día 15, posiblemente se vea relacionado con el daño estructural que algunos agentes microbianos pueden generar en los tejidos celulares (Restrepo, 2009). El comportamiento en las muestras recubiertas va posiblemente ligado al efecto que provee el componente lipídico en la formulación en cuanto a la barrera a la humedad, retrasando la deshidratación y el consecuente ablandamiento de la muestra (González-Aguilar *et al.*, 2005). Según Abassi *et al.*

(2009), los recubrimientos comestibles también disminuyen la disponibilidad de oxígeno en el fruto, lo que permitiría la reducción de la actividad de enzimas pécticas que producen la pérdida de la firmeza. Resultados similares en el comportamiento de esta variable han sido reportados para otras frutas al utilizar recubrimientos comestibles a base de aloe vera durante el almacenamiento en refrigeración incluyendo uvas, cerezas, moras y granadas mínimamente procesadas (Valverde *et al.*, 2005; Martínez-Romero *et al.*, 2006; Ramírez, 2012; Martínez-Romero *et al.*, 2013) las cuales conservaron mayores valores de firmeza frente a las muestras no tratadas hasta el final de la experimentación. Se demuestra así la efectividad de la tecnología de los recubrimientos comestibles en la conservación de los atributos texturales de esta fruta.

La firmeza es un parámetro crítico de calidad para las frutas mínimamente procesadas, debido a que la frescura del tejido vegetal es directamente relacionada con la textura, por lo que una apariencia blanda puede ser causal de rechazo del producto por parte del consumidor (Nongtaodum & Jangchud, 2009; Salinas-Hernández *et al.*, 2010).

### **5.2.3. Color**

En la Figura 6, se observó la disminución de los valores de  $L^*$  en los duraznos mínimamente procesados, esta tendencia probablemente este directamente relacionada con reacciones de pardeamiento y con la pérdida gradual de agua o deshidratación superficial del fruto luego del corte, que conllevan al alimento a ser menos luminoso (Oms-Oliu *et al.*, 2008; Djioa *et al.*, 2010). Sin embargo, para el caso de las muestras con pretratamiento (D\_Ac y D\_Ac\_RC) en los cuales se observa también el mantenimiento de los valores de luminosidad, se podría atribuir al efecto del ácido cítrico y ascórbico como antioxidantes, los cuales pueden contribuir con la inactivación de la enzima polifenol oxidasa (PPO), al mantener el pH por debajo del óptimo requerido por esta para llevar a cabo su actividad catalítica, la cual produce tonalidades oscuras en los tejidos celulares (Ruiz-Cruz *et al.*, 2005). Por otro lado, la tendencia a conservar valores mayores de luminosidad se podría atribuir al efecto de retrasar las reacciones de pardeamiento enzimático que provee el aloe vera y a su capacidad como recubrimiento comestible

de otorgar una barrera que controla el consumo excesivo de oxígeno el cual generaría reacciones enzimáticas más aceleradas. Este efecto en el mantenimiento de los valores de  $L^*$  en almacenamiento en refrigeración ha sido comprobado por Chiumarelli et al., (2011) para mangos Tommy Atkins mínimamente procesados tratados con ácidos orgánicos solos o como pretratamiento de un recubrimiento a base de polisacáridos (almidón de yuca); logrando con la barrera formada por la cubierta y la acción antioxidante de los ácidos valores de luminosidad entre 61,98 y 63,63 en comparación con las muestras control que decayeron a valores de 55,53 para el final del almacenamiento en el día 15, también por Pérez (2015) en la conservación de mango Tommy Atkins mínimamente procesado mediante un recubrimiento comestible de aloe vera. Asimismo, Ramírez (2012), en moras recubiertas con aloe vera y cera carnauba, sus resultados mostraron una menor proporción del cambio de esta coordenada cromática con respecto a las muestras no tratadas para el final de la experimentación.

Con respecto a la expresión numérica del color  $a^*$ , el incremento de en los valores de  $a^*$  indica el enrojecimiento (rojo-naranja) del durazno mientras que la pérdida de los valores de  $b^*$  refiere una menor tendencia hacia al amarillo; cambios que posiblemente van ligados al aumento de las tasas de respiración o a procesos enzimáticos responsables del decaimiento de la calidad de la fruta, que implican pardeamiento y otras reacciones no deseables, según Chien *et al.*, (2007). Para la expresión numérica del color  $b^*$ , la variación durante el almacenamiento en nuestra investigación se asemeja a los resultados reportado por Djiova *et al.*, (2010), para la coordenada  $b^*$  en mangos mínimamente procesados, la cual tuvo una tasa de disminución del 22,20% cuando se utilizó un recubrimiento comestible de quitosano comparado con las muestras control, la cual fue del 36,61% para el final del almacenamiento en el día 9, indicando así que el uso de polisacáridos como RC, conservan las coordenadas de color a través del tiempo. Por su parte, Dussán-Sarria et al., (2014a) reportan la contribución positiva que proveen los recubrimientos de almidón de yuca en la conservación y el mantenimiento de una tendencia constante de los valores de  $b^*$  durante el almacenamiento de muestras de mango mínimamente procesado, atribuyéndolo al efecto de atmósfera modificada que genera la cobertura comestible. Parte de la variación de las expresiones numéricas del color se explican también por los procesos bioquímicos

ligados a la maduración natural del fruto que pueden causar el oscurecimiento de los tejidos celulares, al igual que la deshidratación superficial, provocando cambios en los parámetros de color del alimento.

Finalmente, Para el final del almacenamiento, con el grupo homogéneo conformado por los tratamientos D\_RC y D\_Ac\_RC, se logró menos pérdida de color con un valor medio de 9,03 unidades de cambio de color ( $\Delta E^*$ ) con respecto al color de referencia del inicio del almacenamiento, mientras que el tratamiento control cambió en promedio 18,76 unidades; indicando el efecto benéfico que aporta el uso del recubrimiento de Aloe y la acción antioxidante de los ácidos orgánicos como pretratamiento, en la disminución de los procesos respiratorios y enzimáticos.

#### **5.2.4. Sólidos solubles**

En los resultados se observó que los sólidos solubles de los cubos de durazno presentaron una tendencia a aumentar significativamente a lo largo del almacenamiento independiente del tratamiento, estos resultados estarían ligados al proceso de maduración que se continua dando durante el periodo de almacenamiento, debido a la síntesis de sacarosa, hidrólisis de almidones y oxidación de ácidos orgánicos, que aumentan los sólidos solubles en el jugo celular del fruto, tal como lo señala Benítez *et al.*, (2013); también, por la barrera selectiva que se logra con el recubrimiento comestible, que reduce la respiración de la fruta y por ende su maduración (Navarro, 2010; Alikhani, 2014). Resultados similares han sido reportados por Valverde *et al.*, (2005) y por Ramírez (2012), cuando se ha utilizado un recubrimiento de aloe vera en uvas y moras, respectivamente, en cuanto a la tendencia de preservar valores más bajos de grados Brix, en las muestras tratadas con el recubrimiento, durante y al final del almacenamiento.

#### **5.2.5. pH**

En el Tabla 10, se observó que las muestras de durazno sometidas a los tratamientos D\_Ac y D\_Ac\_RC, presentaron valores promedio de pH más bajos (en promedio 3,65), diferenciándose estadísticamente con los otros tratamientos sin inmersión en soluciones acidas, estos resultados eran de esperarse, debido al

efecto de la aplicación, sobre los cubos de durazno, de ácido ascórbico y cítrico. También, desde el inicio del almacenamiento, se percibe para todos los tratamientos una tendencia al aumento progresivo de los valores de pH a medida que transcurre el tiempo, este comportamiento posiblemente se deba a la ruptura de ácidos para los procesos metabólicos que causan la maduración de la fruta durante el almacenamiento (Abassi et al., 2009) y es acorde con los resultados mostrados para la variable % acidez titulable en el presente estudio, ya que es de esperarse que mientras los valores de pH aumenten debido a la maduración, los porcentajes de acidez tiendan a disminuir (Restrepo, 2009). En la Figura 8, se observó que para los tratamientos con recubrimiento comestible (D\_RC y D\_Ac\_RC), pendientes menores en sus curvas de pH comparados a los tratamientos sin RC, esto se podría atribuir a la función que está ejerciendo el recubrimiento comestible al reducir las actividades metabólicas de la fruta, disminuyendo así el consumo de ácidos orgánicos durante la respiración y por ende la maduración (Jafarizadeh *et al.*, 2011). Estos resultados se asemejan a los de Dussán-Sarria *et al.*, (2014a) al reportar valores promedio de pH menores en mangos mínimamente procesados con recubrimientos de almidón de yuca y cera carnauba comparados con los frutos no tratados al final del almacenamiento, los cuales fueron 3,10 y 3,46, respectivamente, mientras que en el presente estudio se lograron valores medios de 3,75 - 3,76 para muestras recubiertas y de 3,87 para muestras no recubiertas al llegar el 15 de almacenamiento. En estudios realizados por Ramírez (2012), se observó un comportamiento similar al utilizar un recubrimiento de aloe vera y cera carnauba sobre moras, al presentar una tendencia al aumento de los valores de pH durante el almacenamiento en refrigeración tanto para las muestras recubiertas como para el control.

#### **5.2.6. Acidez titulable**

La acidez titulable en las muestras de durazno decreció significativamente durante almacenamiento independiente del tratamiento utilizado, aunque con rangos de variación mínimos (Figura 9) comportamiento esperado debido a la senescencia natural del fruto y al gasto de los ácidos orgánicos internos durante la maduración (Figuroa et al., 2013). La menor tasa de disminución de la acidez titulable en los

tratamientos con recubrimiento comestible, se debe posiblemente a la ralentización de la actividad metabólica y respiratoria que la fina capa de recubrimiento genera, evitando que el consumo de ácido de cítrico por actividad de las hidrogenasas sea más acelerado (Kays, 1991). El comportamiento de los resultados obtenidos con el recubrimiento para esta variable se asemeja a lo reportado por Pérez (2015) para mangos mínimamente procesados recubiertos con aloe vera y con lo evidenciado por Ramírez (2012) cuando se utiliza un recubrimiento de aloe vera y cera carnauba sobre moras (*Rubus glaucus* Benth).

### **5.2.7. Análisis microbiológico**

Las frutas como el durazno, más aun procesadas mínimamente, pueden ser vulnerables a la contaminación por microorganismos patógenos y deteriorativos que pueden influir en la pérdida de su calidad, siendo las bacterias, mohos y levaduras los agentes más comunes causantes de deterioro. Estos microorganismos son utilizados como indicadores de calidad, ya que reflejan las condiciones de manipulación e higiénicas a la cual fue sometido el alimento para su procesamiento (Díaz-Cinco et al., 2005). De acuerdo a los resultados obtenidos para los parámetros microbiológicos evaluados en nuestro estudio (Tabla 12), se observa que para el inicio día de almacenamiento se obtuvieron conteos diferentes, para cada uno de los tratamientos tanto para mesófilos como para mohos levaduras; resultados que posiblemente van ligados al procesado mínimo que se le dio a las muestras y al grado de manipulación y posiblemente a la técnica utilizada para su determinación cuantitativa. Para todos los tratamientos se evidenció un incremento durante los días de evaluación en los conteos de mesófilos aerobios y de mohos y levaduras. Este comportamiento probablemente se deba a la disponibilidad de agua superficial o de jugo celular que se pierde en el transcurso de la maduración natural del fruto, lo que favorece el crecimiento microbiano (Chiumarelli et al., 2010). Para el último día de almacenamiento, se observa que los valores promedio de las muestras sin recubrimiento (C y CA) sobrepasan los límites máximos establecidos para el conteo de mesófilos aerobios (4 Log Ufc/g), mientras que las muestras con recubrimiento comestible, conservan valores más bajos al de referencia; caso similar ocurre con los valores promedio para mohos y



levaduras siendo menores los conteos obtenidos para las muestras tratadas con el recubrimiento comestible, sin embargo ningún valor sobrepasó el límite propuesto de deterioro. Este comportamiento probablemente se pueda explicar debido a la actividad antimicrobiana que ha sido atribuida al aloe vera debido a su composición en antraquinonas, saponinas y acemananos que reducen el crecimiento de una gran variedad de bacterias gram-positivas y gram-negativas, además de proveer un mecanismo que inhibe el crecimiento micelial y la germinación de ciertos tipos de hongos (Valverde et al., 2005; Martínez-Romero et al., 2006; Chauhan et al., 2011; Ramírez, 2012).

En lo referido a la evaluación de coliformes totales y fecales se tuvo en cuenta los límites máximos o parámetros establecidos por normatividad INVIMA para ensaladas crudas de frutas y/o vegetales, teniendo en cuenta que no existe una regulación o legislación específica para esta clase de microorganismos en productos mínimamente procesados a nivel nacional. Los límites establecidos por tanto son 150 NMP/g, < 3 para coliformes totales y coliformes fecales, respectivamente (Carreño & Nocua, 2011). Como se observa en el Tabla 12, ninguno de los tiempos de evaluación sobrepasó los límites establecidos, independiente del tratamiento utilizado, lo cual indica un manejo adecuado de las Buenas Prácticas de Manufactura utilizadas en cada una de las etapas del procesamiento mínimo de las muestras. La evaluación de esta clase de microorganismos ofrece un indicador de la calidad higiénica del alimento o producto procesado, ya que su presencia se ve ligada a contaminación fecal de origen humano o animal, haciéndolos responsables de diferentes enfermedades que ponen en riesgo la salud del consumidor (Díaz-Cinco et al., 2005).

#### **5.2.8. Análisis sensorial**

Con respecto al atributo sensorial del sabor se pudo observar una tendencia similar en cuanto a la disminución en la intensidad percibida por los panelistas a través del tiempo de almacenamiento, lo que induce a pensar que el recubrimiento no aportó sabores objetables a la percepción del sabor característico en los primeros días del análisis, cualidad buscada al momento de formular un recubrimiento comestible (Escobar, 2013). Como se observa en en Tabla 13, los valores para las muestras

tratadas con recubrimiento comestible tienden a estabilizarse para ambos descriptores a partir del día 10, lo que no ocurre con las muestras no tratadas con recubrimiento, esto probablemente se deba a la función del recubrimiento comestible de aloe vera en disminuir el deterioro del fruto controlando la respiración y procesos enzimáticos que pueden producir sabores indeseables (Ramírez, 2012). En el Tabla 13, también se puede observar la evolución del atributo olor a través del tiempo de almacenamiento y su tendencia a la disminución a partir del primer día de análisis, alcanzando valores alrededor de 4,5 (entre regular y bueno) para los tratamientos con RC, y valores por debajo del límite de aceptación menores de 4 (mal olor), para los tratamientos sin recubrimiento, lo que indica que posiblemente que el recubrimiento esté actuando como un encapsulador de compuestos aromáticos gracias a su baja permeabilidad al oxígeno o como una barrera semipermeable que reduce el tránsito de compuestos aromáticos hacia el exterior del fruto (Martin-Belloso et al., 2005; Lin & Zhao, 2007; Ramírez, 2012). Resultados similares en cuanto a la acción del recubrimiento en la conservación de los compuestos aromáticos en el tiempo, han sido reportados por Restrepo (2009) y por Ramírez (2012) al utilizar un recubrimiento de aloe vera y cera carnauba sobre moras y fresas respectivamente.

Para el atributo de apariencia general, los panelistas percibieron una disminución de la apariencia global de las muestras durante todo el tiempo de almacenamiento para los tratamientos sin RC, y una tendencia estable para los tratamientos con RC, siendo estos dos últimos los que conservaron mejor la apariencia de los cubos de durazno, ello responde posiblemente al que el RC actuó como barrera contra la pérdida de humedad y como agente que ralentiza la actividad de algunas enzimas pécticas que causan el ablandamiento de la fruta. Con esta apreciación global de la calidad sensorial, se podría indicar que el recubrimiento comestible a base de aloe vera imparte una función de conservación sobre el durazno mínimamente procesado aumentando su tiempo de duración de aproximadamente 5 días más en comparación con las muestras sin recubrir, manteniendo las características de calidad que lo hacen apto para su consumo. Lo anterior es complementado con los análisis instrumentales realizados a las muestras de durazno, pues el RC logró conservar los parámetros fisicoquímicos de color y la pérdida de agua, y mantener

la firmeza de las muestras, siendo perceptibles las diferencias con respecto a los controles generalmente a partir del día 5.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y a los resultados de la tesis de investigación se llega a los siguientes resultados:

- La concentración más adecuada del mucilago de aloe vera en dilución P/P con agua destilada fue del 40 % el cual se mostró eficaz para la formulación de un recubrimiento comestible para la conservación de las muestras de durazno, teniendo una adecuada adherencia, sin aportar sabores ni colores objetables a los característicos del durazno huayco rojo mínimamente procesado.
- El aloe vera conjuntamente con la adición de cera carnauba en la formulación del recubrimiento comestible permitió la formación de una barrera contra la humedad logrando una menor pérdida de peso en las muestras de durazno recubiertas y logrando conservando mejor la firmeza, pH, los sólidos solubles y el % de acidez. El recubrimiento comestible retraso también el cambio en las coordenadas de color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) y la diferencia de color ( $\Delta E$ ) y hasta cierto nivel en la disminución del crecimiento microbiológico de mesófilos aerobios y mohos y levaduras.
- En el análisis sensorial recubrimiento comestible no aporta olores o sabores indeseables a las muestras de durazno mínimamente procesado y aun cuando existió una disminución de estos atributos durante el almacenamiento otorgaron una mayor calificación de intensidad para el final del almacenamiento. Asimismo, la apariencia general permitió establecer que las muestras de durazno mínimamente procesadas pueden tener una vida útil en refrigeración hasta de 15 días, 5 días más que las muestras sin recubrimiento.

## VII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y discusión de la tesis de investigación se plantea las siguientes recomendaciones:

En la región existe un significativo número de gomas naturales como el de la tara, palo huampo, linaza, malva, entre otros, que podrían investigarse su utilización como recubrimientos para frutas de consumo fresco.

En nuestra investigación no se evaluó parámetros como tasa de respiración ni se evaluó el comportamiento de compuestos antioxidantes, vitaminas o compuestos bioactivos relacionado a las propiedades del durazno, por lo que recomendamos para próximos estudios relacionados ser considerados.

Recomendamos también, evaluar la eficacia de recubrimientos comestibles complementado con otras tecnologías de conservación como las atmósferas modificadas, los tratamientos térmicos o el envasado al vacío, entre otros.

Existen muchos métodos para realizar el pelado (pelado mecánico con cuchillas, por abrasión, con solución álcalis, por calor y enzimático; por lo que se recomienda que se debe evaluar para las próximas investigaciones.

## LITERATURA CITADA

- AOAC. 2002. "Oficial Methods of Analysis of the Association of Oficial Analytical Chemists, AOAC".
- abcAgro. 2014. El cultivo del melocotón. Chile. (En línea). Consultado el 22 de abril del 2015. Disponible en <http://www.abcagro.com/frutas>.
- Abello Lindé S.A. 2010. Estudio y demostración del procesado de diferentes frutas en IV gama (mangos y aguacates) y pulpa smoothie de mango para el GDR de la Axarquía. Recuperado de: <http://frutales.files.wordpress.com/2011/01/o-01-iv-gama-mangoaguacate.pdf>
- Benitez, S., Achaerandio, I., Sepulcre, F., & Pujola, M. 2013. Aloe vera based edible coatings improve the quality of minimally processed 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biology and technology*, 81,29–36.
- Boudreau M, Beland F. 2006. An evaluation of the biological and toxicological properties of Aloe barbadensis (miller), Aloe vera. *Journal of Environmental Science and Health Part C*, 24,103–154.
- Cárdenas, J.; Fischer, G. 2013. Clasificación botánica y morfología de manzano, peral, duraznero y ciruelo. En: Miranda, D.; Fischer, G.; Carranza, C. (eds). *Los frutales caducifolios en Colombia: Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo*. Soc. Col. Cienc. Hort. p.24-25.
- Castillo V, B; Flores F, D; Llanos A, A; Paredes G, G. 2008. Cultivo de Melocotonero. Manual práctico para productores. Swisscontact. Perú. 45 p.
- Chauhan, O. P., Raju, P. S., Singh, A., & Bawa, a. S. 2011. Shellac and aloe-gel-based surface coatings for maintaining keeping quality of apple slices. *Food Chemistry*, 126(3), 961–966.
- Chien, P.-J., Sheu, F., & Yang, F.-H. 2007. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal of Food Engineering*, 78(1), 225–229.
- Chiumarelli, M., Ferrari, C. C., Sarantópoulos, C., & Hubinger, M. D. 2011. Fresh cut "Tommy Atkins" mango pre-treated with citric acid and coated with cassava

(*Manihot esculenta* Crantz) starch or sodium alginate. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 12(3), 381–387.

- Dagne y col., 200; Choi y Chung, 2003; Ni y Col.2004; Hamman 2008 componentes químicos de aloe vera.
- Díaz, A. 2010. La investigación y las nuevas tecnologías de procesado impulsan los sectores de IV y V Gama. *Alimentaria*, 10(416), 90–105.
- Dussán-Sarria, S., Torres-León, C., & Reyes-Calvache, P. 2014a. Efecto del recubrimiento comestible sobre los atributos físicoquímicos de mango 'Tommy Atkins' mínimamente procesado y refrigerado. *Acta Agronómica*, 63(3),1-11.
- Embuscado, M., & Huber, K. 2009. *Edible films and coatings for food applications*. New York: Springer.
- Escobar, A. 2013. Aplicación de la tecnología de barreras para la conservación individual y de mezclas de hortalizas mínimamente procesadas. (Tesis de maestría).Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Espinoza N.Z. 2016. Diagnóstico de la producción y mercado del cultivo de durazno (*Prunus persica*) de las provincias de Huánuco, ambo y Pachitea – 2015. Tesis para optar el título de profesional de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco.
- Falguera, V., Quintero, J., Jimenez, A., Muñoz, J., Ibarz, A. 2011. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22(1), 292-303.
- Figueredo, C., Morales, J. 2010. Plan integral para la comercialización de aloe vera en Colombia. (Tesis de Grado). Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia.
- Fischer, G. 2013. Comportamiento de los frutales caducifolios en el trópico. En: Miranda, D.; Fischer, G.; Carranza, C. (eds). *Los frutales caducifolios en Colombia: Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo*. Soc. Col. Cienc. Hort. p.31-46.
- Godoy, A. 2006. Desarrollo de películas o recubrimientos comestibles con potencial para el recubrimiento de frutas frescas. (Tesis de posgrado). Universidad Autónoma Metropolitana, México.

- González, M., & Lobo, G. 2005. Técnicas de procesamiento. En G. Gonzalez-Aguilar, A. Gardea, & F. Cuamea-Navarro (Eds.), Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados (pp. 97–116). Guadalajara: Logiprint Digital S.
- González-Aguilar, G., Gardea, A., & Cuamea-Navarro, F. 2005. Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados. Guadalajara: Logiprint Digital S.
- INFOAGRO. 2010. El cultivo del melocotón. (En línea). Consultado 27 de abril del 2015. Disponible en: <http://www.infoagro.com>
- 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 (3), 60–75.
- Martin-Belloso, O., & Rojas-Graü, M. 2005. Factores que afectan la calidad. En G. Gonzalez-Aguilar, A. Gardea, & F. Cuamea-Navarro (Eds.), Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados (pp. 77–94). México: Logiprint Digital S.
- Martínez-Romero, D., Serrano, M., Valero, D., & García, C. 2005. Aplicación del Aloe vera como recubrimiento sobre frutas y hortalizas. SP Patent filed 200302937
- Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., Diaz-Mula, H., Zapata, P., Valero, D., & Serrano, M. 2013. Aloe vera gel coating maintains quality and safety of ready-to-eat pomegranate aril. *Postharvest Biology and Technology*, 86, 107-112.
- Montero, M., Rojas Graü, M., Soliva Fortuny, R., & Martin-Belloso, O. 2009. Tendencias en el procesado mínimo de frutas y hortalizas frescas. *Horticultura Internacional*, (69),48–51.
- Montgomery. 2011. Probabilidad y Estadística aplicadas a la ingeniería. Limusa, México.
- Ni, Y., Turner, D., Yates, KM & Tizard, I. 2004. Isolation and characterization of structural components of Aloe vera L. leaf pulp. *Int Immunopharmacol*, 4, 1745–1755.



- Oms-Oliu, G. 2008. Alternativas de envasado de peras y melón frescos cortados en atmósfera modificada. (Tesis Doctoral). Universidad de Lleida, España.
- Olivas, G., & Barbosa-Cánovas, G. 2009. Edible films and coatings for fruits and vegetables. En M. Embuscado & K. Huber (Eds.), *Edible films and coatings for food applications* (pp. 211–244). New York: Springer
- Oliveira, E., Gutierrez, M., Jacomino, P., Puschmann, R., Ferreira, N., Elesbao, R., Yagui, P. 2005. Formas de presentación. En G. González-Aguilar, A. Gardea, & F. Cuamea-Navarro (Eds.), *Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados* (pp. 37–58). Logiprint Digital S.
- Parzanese, M. 2012. Vegetales mínimamente procesados. *Revista Alimentos Argentinos*, 55, 30-39.
- Pérez, A., & Ibarquén, A. 2012. Formulación y aplicación de recubrimientos comestibles a base de aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) en frutos frescos de uchuva (*Physalis peruviana* L.). (Tesis de pregrado). Universidad del Quindío, Armenia, Colombia.
- Puentes, G.; Rodríguez, L.F.; Bermúdez, L. 2008. Análisis de grupo de las empresas productoras de frutales caducifolios del departamento de Boyacá. *Agr. Col.* 26(1):146-154.
- Ramírez, J. 2012. Conservación de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila (*Aloe barbadensis* Miller). (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Restrepo, J. 2009. Conservación De Fresa (*Fragaria X Ananassa Duch Cv. amarosa*) Mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel de mucilago de penca de sábila (*Aloe Barbadensis* Miller). (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Rojas-Graü, M. 2006. Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación. (Tesis Doctoral). Universidad de Lérida, España

- Rotondo, R., Ferratto, J., & Firpo, I. 2008. Hortalizas mínimamente procesadas o de IV gama. *Revista agromensajes de la facultad*, 26(1), 21–23.
- Saavedra, M., & Algecira, N. 2010 Evaluación de películas comestibles de almidón de yuca y proteína aislada de soya en la conservación de fresas. *Nova*, 8(14), 171-182.
- Serrano, M., Valverde, J. M., Guillén, F., Castillo, S., Martínez-Romero, D., & Valero, D. (2006). Use of Aloe vera gel coating preserves the functional properties of table grapes. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(11), 3882–6.
- Siddiq, M., Akhtar, S., & Siddiq, R. 2012. Mango processing, products, and nutrition. En M. Siddiq (Ed.), *Tropical and subtropical fruit processing and packaging* (1st ed., pp.277–297). USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Sierra exportadora. 2009. Durazno fresco. Perfil comercial. Perú. 38 p.
- Sotomayor, R. 2008. *Métodos Estadísticos para la Investigación I*. Departamento de Estadística e Informática. Universidad Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Torres, J. 2007. Optimización de las condiciones de operación de tratamientos osmóticos destinados al procesado mínimo de mango (*Mangifera indica* L.). (Tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA-. 2013. Natural Resources Conservation Service, Plant Database. Disponible desde internet en: <http://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet>. (con acceso 15/12/13).
- Valverde, J. M., Valero, D., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S., & Serrano, M. 2005. Novel edible coating based on aloe vera gel to maintain table grape quality and safety. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(20), 7807–13.
- Vega, A., Ampuero, N., Diaz, L., & Lemus, R. 2005. El Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) como componente de alimentos funcionales. *Rev. chil. nutr.*, 32, 208-214.
- Vidal, M., & Bernalte, M. 2003. La IV gama de la fruta. *Revista Horticultura*, 13(1), 44–50.

- Subcomisión de expertos dentro de la Comisión Interministerial Técnico-sanitaria.  
Código Alimentario: Principios Generales
- World Health Organization. OMS | Fomento del consumo mundial de frutas y verduras [Internet]. WHO. World Health Organization; 2013 [cited 2017 Jun 8]. Available from: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/>.

# ANEXO

**Anexo 1**  
**CARTILLA DE EVALUACIÓN SENSORIAL**

PRODUCTO : .....  
 HORA : .....  
 FECHA : .....  
 LUGAR : .....

Por favor marque con el símbolo “x” el puntaje correspondiente a cada atributo, indicando de acuerdo a la escala que presentan las muestras. Recuerde limpiar su paladar entre cada muestra con un sorbo de agua y un mordisco de galleta.

Escala de calificación	SABOR				COLOR				ADHERENCIA			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
7. Excelente												
6. Muy bueno												
5. Bueno												
4. Regular												
3. Malo												
2. Muy malo												
1. Pésimo												

COMENTARIO: .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**Anexo 2.1.** Evaluación sensorial del sabor según la concentración del recubrimiento comestible de Aloe vera sobre la epidermis del durazno mínimamente procesado

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 30 % P/P gel aloe vera/agua destilada	6	6	7	6	6	7	6	6	6	7	6	5	6	7	6	6	5	7	6,17
T2: 40 % P/P gel aloe vera/agua destilada	5	6	6	6	6	5	6	6	6	5	6	6	6	5	7	6	6	6	5,83
T3: 50 % P/P gel aloe vera/agua destilada	6	6	6	5	6	6	6	6	5	5	6	6	6	5	6	6	5	6	5,72
T4: 60 % P/P gel aloe vera/agua destilada	6	4	5	4	6	6	4	5	6	5	6	5	6	5	6	6	5	5	5,28

**Valores transformados a rangos**

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 30 % P/P gel aloe vera/agua destilada	3	3	4	3,5	2,5	4	3	3	3	4	2,5	1,5	2,5	4	2	2,5	2	4	3,0
T2: 40 % P/P gel aloe vera/agua destilada	1	3	2,5	3,5	2,5	1	3	3	3	2	2,5	3,5	2,5	2	4	2,5	4	2,5	2,7
T3: 50 % P/P gel aloe vera/agua destilada	3	3	2,5	2	2,5	2,5	3	3	1	2	2,5	3,5	2,5	2	2	2,5	2	2,5	2,4
T4: 60 % P/P gel aloe vera/agua destilada	3	1	1	1	2,5	2,5	1	1	3	2	2,5	1,5	2,5	2	2	2,5	2	1	1,9

**Resumen de contrastes de hipótesis**

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 Las distribuciones de T1, T2, T3 and T4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,005	Rechace la hipótesis nula.

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

N	18
Chi-cuadrado	12,980
gl	3
Sig. asintótica	,005

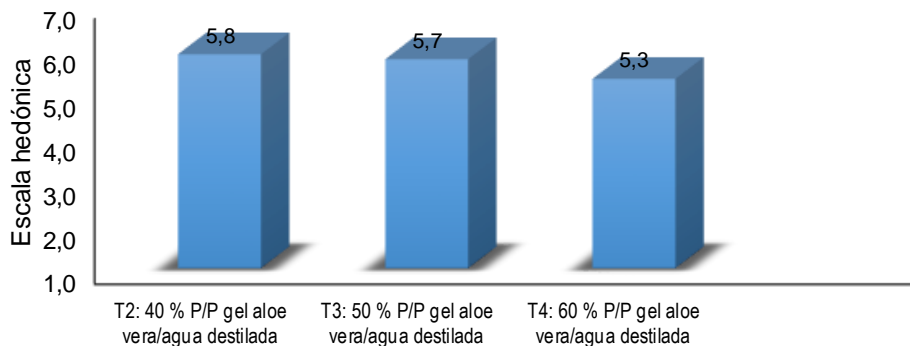
a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

**Sabor**

Duncan<sup>a,b</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
4,00	18	1,8889	
3,00	18	2,4444	2,4444
2,00	18		2,6667
1,00	18		3,0000
Sig.		,057	,070



**Anexo 2.2.** Evaluación sensorial del color según la concentración del recubrimiento comestible de Aloe vera sobre la epidermis del durazno mínimamente procesado

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 30 % P/P gel aloe vera/agua destilada	6	6	5	6	5	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6	5,78
T2: 40 % P/P gel aloe vera/agua destilada	5	6	5	5	6	5	6	6	6	5	6	5	6	6	5	6	5	6	5,56
T3: 50 % P/P gel aloe vera/agua destilada	6	4	5	5	5	6	6	6	6	5	5	6	5	5	5	6	5	6	5,39
T4: 60 % P/P gel aloe vera/agua destilada	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4,72

**Valores transformados a rangos**

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 30 % P/P gel aloe vera/agua destilada	3,5	3,5	2,5	4	2,5	3,5	3	3	3	4	3,5	3,5	2	3,5	4	1,5	4	3	3,2
T2: 40 % P/P gel aloe vera/agua destilada	2	3,5	2,5	2	4	1,5	3	3	3	2	3,5	1,5	4	3,5	2	3,5	2,5	3	2,8
T3: 50 % P/P gel aloe vera/agua destilada	3,5	1	2,5	2	2,5	3,5	3	3	3	2	1,5	3,5	2	2	2	3,5	2,5	3	2,6
T4: 60 % P/P gel aloe vera/agua destilada	1	2	2,5	2	1	1,5	1	1	1	2	1,5	1,5	2	1	2	1,5	1	1	1,5

**Resumen de contrastes de hipótesis**

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 Las distribuciones de T1, T2, T3 and T4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

N	18
Chi-cuadrado	25,176
gl	3
Sig. asintótica	,000

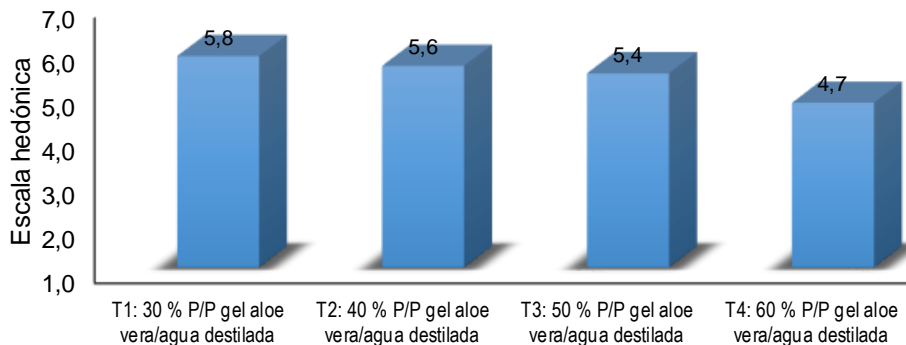
a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

**Color**

Duncan<sup>a,b</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
4,00	18	1,4722		
3,00	18		2,5556	
2,00	18		2,7778	2,7778
1,00	18			3,1944
Sig.		1,000	,414	,128



**Anexo 2.3.** Evaluación sensorial de la adherencia según la concentración del recubrimiento comestible de Aloe vera sobre la epidermis del durazno mínimamente procesado

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 30 % P/P gel aloe vera/agua destilada	6	5	5	5	4	5	5	5	6	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5,11
T2: 40 % P/P gel aloe vera/agua destilada	6	5	6	6	5	5	5	5	5	6	6	5	5	6	6	6	5	6	5,50
T3: 50 % P/P gel aloe vera/agua destilada	6	5	5	6	5	5	6	5	6	6	6	5	5	5	6	5	4	5	5,33
T4: 60 % P/P gel aloe vera/agua destilada	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	6	6	5	6	5	5	4,94

**Valores transformados a rangos**

Tratamientos	Panelistas																		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
T1: 30 % P/P gel aloe vera/agua destilada	3	3	2,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	3,5	1,5	3	2,5	2	1,5	1,5	1,5	3	2	2,3
T2: 40 % P/P gel aloe vera/agua destilada	3	3	4	3,5	3,5	2,5	2,5	2,5	1,5	3,5	3	2,5	2	3,5	3,5	3,5	3	4	3,0
T3: 50 % P/P gel aloe vera/agua destilada	3	3	2,5	3,5	3,5	2,5	4	2,5	3,5	3,5	3	2,5	2	1,5	3,5	1,5	1	2	2,7
T4: 60 % P/P gel aloe vera/agua destilada	1	1	1	1,5	1,5	2,5	1	2,5	1,5	1,5	1	2,5	4	3,5	1,5	3,5	3	2	2,0

**Resumen de contrastes de hipótesis**

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 Las distribuciones de T1, T2, T3 and T4 son las mismas.	Análisis bidimensional de Friedman de varianza por rangos para muestras relacionadas	,012	Rechace la hipótesis nula.

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

N	18
Chi-cuadrado	10,882
gl	3
Sig. asintótica	,012

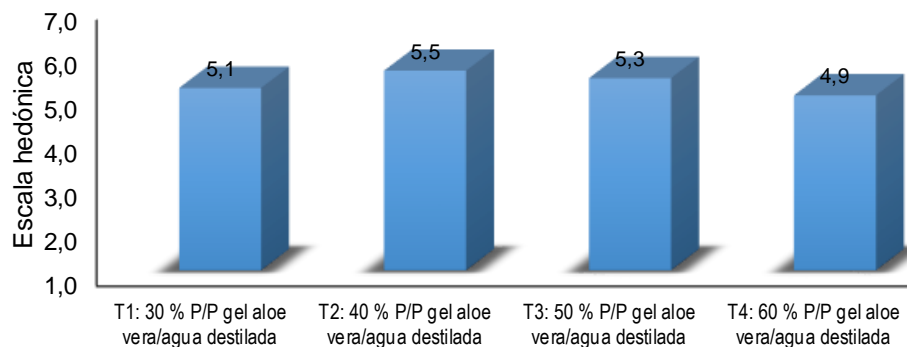
a. Prueba de Friedman

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

**Adherencia**

Duncan<sup>a,b</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
4,00	18	2,0000		
1,00	18	2,2778	2,2778	
3,00	18		2,6944	2,6944
2,00	18			3,0278
Sig.		,373	,184	,286





### Anexo 3

Variación del peso del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

Días	T0 : D_A	T1: D_Ac	T2: D_RC	T3: D_Ac_RC
0 días	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00
Promedio	0,00	0,00	0,00	0,00
SD	0,00	0,00	0,00	0,00
5 días	-0,80	-0,60	-0,60	-0,80
	-1,00	-0,70	-0,70	-0,70
	-0,90	-0,80	-0,70	-0,70
Promedio	-0,90	-0,70	-0,67	-0,73
SD	0,10	0,10	0,06	0,06
10 días	-1,60	-1,70	-0,90	-1,00
	-1,80	-1,80	-0,80	-1,10
	-1,50	-1,60	-1,00	-0,80
Promedio	-1,63	-1,70	-0,90	-0,97
SD	0,15	0,10	0,10	0,15
15 días	-2,20	-2,60	-1,50	-1,30
	-2,00	-2,70	-1,30	-1,50
	-1,90	-2,40	-1,60	-1,40
Promedio	-2,03	-2,57	-1,47	-1,40
SD	0,15	0,15	0,15	0,10

### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dia_0	Entre grupos	,000	3	,000		
	Dentro de grupos	,000	8	,000		
	Total	,000	11			
Dia_5	Entre grupos	,097	3	,032	4,833	,033
	Dentro de grupos	,053	8	,007		
	Total	,150	11			
Dia_10	Entre grupos	1,627	3	,542	32,533	,000
	Dentro de grupos	,133	8	,017		
	Total	1,760	11			
Dia_15	Entre grupos	2,687	3	,896	44,778	,000
	Dentro de grupos	,160	8	,020		
	Total	2,847	11			

### Dia\_5

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_A	3	-.9000	
D_Ac_RC	3	-.7333	-.7333
D_Ac	3	-.7000	-.7000
D_RC	3		-.6667
Sig.		,067	,754

### Dia\_10

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_Ac	3	-1,7000	
D_A	3	-1,6333	
D_Ac_RC	3		-.9667
D_RC	3		-.9000
Sig.		,919	,919

### Dia\_15

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
D_Ac	3	-2,5667		
D_A	3		-2,0333	
D_RC	3			-1,4667
D_Ac_RC	3			-1,4000
Sig.		1,000	1,000	,936

### Anexo 4

Variación de la dureza (N) del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

Días	T0 : D_A	T1: D_Ac	T2: D_RC	T3: D_Ac_RC
0 días	36,44	37,67	41,22	42,01
	35,67	38,10	40,71	41,36
	34,76	37,55	40,83	41,86
Promedio	35,62	37,77	40,92	41,74
SD	0,84	0,29	0,27	0,34
5 días	30,61	30,14	36,27	37,81
	29,25	29,72	35,01	38,88
	30,24	30,42	34,30	39,35
Promedio	30,03	30,09	35,19	38,68
SD	0,70	0,35	1,00	0,79
10 días	27,33	23,36	35,04	34,45
	27,82	25,15	35,42	33,50
	26,77	25,16	34,30	34,74
Promedio	27,31	24,55	34,92	34,23
SD	0,53	1,04	0,57	0,65
15 días	21,50	20,72	31,74	26,47
	19,98	20,19	32,16	26,88
	20,86	19,15	31,03	27,63
Promedio	20,78	20,02	31,64	26,99
SD	0,77	0,80	0,57	0,59

### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dia_0	Entre grupos	72,354	3	24,118	98,662	,000
	Dentro de grupos	1,956	8	,244		
	Total	74,309	11			
Dia_5	Entre grupos	159,969	3	53,323	95,351	,000
	Dentro de grupos	4,474	8	,559		
	Total	164,443	11			
Dia_10	Entre grupos	236,180	3	78,727	150,301	,000
	Dentro de grupos	4,190	8	,524		
	Total	240,370	11			
Dia_15	Entre grupos	271,910	3	90,637	191,564	,000
	Dentro de grupos	3,785	8	,473		
	Total	275,695	11			

### Dia\_0

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
D_A	3	35,6233		
D_Ac	3		37,7733	
D_RC	3			40,9200
D_Ac_RC	3			41,7433
Sig.		1,000	1,000	,251

### Dia\_5

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
D_A	3	30,0333		
D_Ac	3	30,0933		
D_RC	3		35,1933	
D_Ac_RC	3			38,6800
Sig.		1,000	1,000	1,000

### Dia\_10

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
D_Ac	3	24,5567		
D_A	3		27,3067	
D_Ac_RC	3			34,2300
D_RC	3			34,9200
Sig.		1,000	1,000	,662

### Dia\_15

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
D_Ac	3	20,0200		
D_A	3	20,7800		
D_Ac_RC	3		26,9933	
D_RC	3			31,6433
Sig.		,558	1,000	1,000

## Anexo 5

**Anexo 5.1.** Variación de la expresión numérica del color L\* del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

Días	T0 : D_A	T1: D_Ac	T2: D_RC	T3: D_Ac_RC
0 días	74,60	76,80	76,33	73,61
	75,40	76,05	76,25	74,48
	75,10	75,35	75,40	74,84
Promedio	75,03	76,07	75,99	74,31
SD	0,40	0,73	0,52	0,63
5 días	73,68	74,24	75,22	74,42
	73,04	74,12	74,77	73,68
	72,57	73,82	75,12	74,01
Promedio	73,10	74,06	75,04	74,04
SD	0,56	0,22	0,24	0,37
10 días	67,15	72,35	73,05	73,63
	66,98	72,05	71,96	73,22
	66,85	71,77	71,56	72,16
Promedio	66,99	72,06	72,19	73,00
SD	0,15	0,29	0,77	0,76
15 días	61,67	69,25	69,79	69,85
	62,67	70,08	69,21	70,66
	63,15	70,63	70,15	70,07
Promedio	62,50	69,99	69,72	70,19
SD	0,76	0,69	0,47	0,42

### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dia_0	Entre grupos	6,328	3	2,109	6,228	,017
	Dentro de grupos	2,709	8	,339		
	Total	9,037	11			
Dia_5	Entre grupos	5,647	3	1,882	13,678	,002
	Dentro de grupos	1,101	8	,138		
	Total	6,748	11			
Dia_10	Entre grupos	67,754	3	22,585	70,748	,000
	Dentro de grupos	2,554	8	,319		
	Total	70,307	11			
Dia_15	Entre grupos	125,857	3	41,952	115,481	,000
	Dentro de grupos	2,906	8	,363		
	Total	128,764	11			

### Dia\_0

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_Ac_RC	3	74,3100	
D_A	3	75,0333	75,0333
D_RC	3		75,9933
D_Ac	3		76,0667
Sig.		,469	,210

### Dia\_5

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_A	3	73,0967	
D_Ac_RC	3	74,0367	
D_Ac	3	74,0600	
D_RC	3		75,0367
Sig.		,052	1,000

### Dia\_10

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_A	3	66,9933	
D_Ac	3		72,0567
D_RC	3		72,1900
D_Ac_RC	3		73,0033
Sig.		1,000	,247

### Dia\_15

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_A	3	62,4967	
D_RC	3		69,7167
D_Ac	3		69,9867
D_Ac_RC	3		70,1933
Sig.		1,000	,770

**Anexo 5.2.** Variación de la expresión numérica del color  $a^*$  del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

Días	T0 : D_A	T1: D_Ac	T2: D_RC	T3: D_Ac_RC
0 días	20,15	20,35	20,29	20,15
	20,10	20,42	20,32	20,12
	20,08	20,31	20,29	20,18
Promedio	20,11	20,36	20,30	20,15
SD	0,04	0,06	0,02	0,03
5 días	25,33	25,44	25,41	25,18
	25,36	25,36	25,44	25,28
	25,38	25,62	25,45	25,43
Promedio	25,36	25,47	25,43	25,30
SD	0,03	0,13	0,02	0,13
10 días	25,88	25,35	25,52	25,44
	26,05	25,78	25,46	25,94
	26,16	25,52	25,53	25,12
Promedio	26,03	25,55	25,50	25,50
SD	0,14	0,22	0,04	0,41
15 días	26,47	25,96	25,76	25,74
	26,40	25,91	25,93	25,78
	26,33	25,85	25,78	25,73
Promedio	26,40	25,91	25,82	25,75
SD	0,07	0,06	0,09	0,03

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dia_0	Entre grupos	,128	3	,043	30,429	,000
	Dentro de grupos	,011	8	,001		
	Total	,139	11			
Dia_5	Entre grupos	,056	3	,019	2,153	,172
	Dentro de grupos	,069	8	,009		
	Total	,125	11			
Dia_10	Entre grupos	,595	3	,198	3,319	,078
	Dentro de grupos	,478	8	,060		
	Total	1,073	11			
Dia_15	Entre grupos	,776	3	,259	59,959	,000
	Dentro de grupos	,035	8	,004		
	Total	,811	11			

**Dia\_0**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_A	3	20,1100	
D_Ac_RC	3	20,1500	
D_RC	3		20,3000
D_Ac	3		20,3600
Sig.		,583	,277

**Dia\_5**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
D_Ac_RC	3	25,2967	
D_A	3	25,3567	
D_RC	3	25,4333	
D_Ac	3	25,4733	
Sig.		,171	

**Dia\_10**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
D_Ac_RC	3	25,5000	
D_RC	3	25,5033	
D_Ac	3	25,5500	
D_A	3	26,0300	
Sig.		,108	

**Dia\_15**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_Ac_RC	3	25,7500	
D_RC	3	25,8233	
D_Ac	3	25,9067	
D_A	3		26,4000
Sig.		,074	1,000

**Anexo 5.3.** Variación de la expresión numérica del color **b\*** del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

Días	T0 : D_A	T1: D_Ac	T2: D_RC	T3: D_Ac_RC
0 días	57,92	59,64	56,86	58,88
	58,61	59,15	57,24	58,74
	58,87	58,35	56,94	58,80
Promedio	58,47	59,05	57,01	58,81
SD	0,49	0,65	0,20	0,07
5 días	54,78	57,31	55,72	56,63
	55,24	57,15	55,54	55,96
	54,95	56,75	55,21	56,87
Promedio	54,99	57,07	55,49	56,49
SD	0,23	0,29	0,26	0,47
10 días	49,16	52,97	52,93	54,39
	49,04	53,77	53,36	53,23
	48,82	55,24	55,75	53,77
Promedio	49,01	53,99	54,01	53,80
SD	0,17	1,15	1,52	0,58
15 días	45,55	52,09	52,02	53,01
	46,33	50,23	50,79	51,79
	46,16	50,75	50,29	52,63
Promedio	46,01	51,02	51,03	52,48
SD	0,41	0,96	0,89	0,62

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dia_0	Entre grupos	7,479	3	2,493	14,043	,001
	Dentro de grupos	1,420	8	,178		
	Total	8,899	11			
Dia_5	Entre grupos	7,985	3	2,662	24,955	,000
	Dentro de grupos	,853	8	,107		
	Total	8,838	11			
Dia_10	Entre grupos	54,723	3	18,241	18,238	,001
	Dentro de grupos	8,001	8	1,000		
	Total	62,724	11			
Dia_15	Entre grupos	72,203	3	24,068	42,381	,000
	Dentro de grupos	4,543	8	,568		
	Total	76,746	11			

**Dia\_0**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_RC	3	57,0133	
D_A	3		58,4667
D_Ac_RC	3		58,8067
D_Ac	3		59,0467
Sig.		1,000	,389

**Dia\_5**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_A	3	54,9900	
D_RC	3	55,4900	
D_Ac_RC	3		56,4867
D_Ac	3		57,0700
Sig.		,310	,206

**Dia\_10**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_A	3	49,0067	
D_Ac_RC	3		53,7967
D_Ac	3		53,9933
D_RC	3		54,0133
Sig.		1,000	,993

**Dia\_15**

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_A	3	46,0133	
D_Ac	3		51,0233
D_RC	3		51,0333
D_Ac_RC	3		52,4767
Sig.		1,000	,163

**Anexo 5.4.** Variación de la expresión numérica del color  $\Delta E^*$  del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

Días	T0 : D_A	T1: D_Ac	T2: D_RC	T3: D_Ac_RC
0 días	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00
Promedio	0,00	0,00	0,00	0,00
SD	0,00	0,00	0,00	0,00
5 días	6,53	5,67	5,33	5,48
	6,48	5,69	5,49	5,90
	6,80	6,16	5,53	5,63
Promedio	6,60	5,84	5,45	5,67
SD	0,17	0,28	0,10	0,21
10 días	13,49	8,70	7,25	6,92
	13,75	8,56	7,50	8,11
	14,02	7,72	6,97	7,40
Promedio	13,75	8,33	7,24	7,48
SD	0,26	0,53	0,26	0,60
15 días	19,64	11,23	9,66	9,21
	18,43	12,02	10,79	9,71
	18,20	11,34	10,46	9,34
Promedio	18,76	11,53	10,30	9,42
SD	0,77	0,42	0,58	0,26

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dia_0	Entre grupos	,000	3	,000		
	Dentro de grupos	,000	8	,000		
	Total	,000	11			
Dia_5	Entre grupos	2,260	3	,753	18,483	,001
	Dentro de grupos	,326	8	,041		
	Total	2,586	11			
Dia_10	Entre grupos	84,921	3	28,307	145,183	,000
	Dentro de grupos	1,560	8	,195		
	Total	86,481	11			
Dia_15	Entre grupos	163,195	3	54,398	183,397	,000
	Dentro de grupos	2,373	8	,297		
	Total	165,568	11			

Dia\_5

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_RC	3	5,4500	
D_Ac_RC	3	5,6700	
D_Ac	3	5,8400	
D_A	3		6,6033
Sig.		,162	1,000

Dia\_10

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_RC	3	7,2400	
D_Ac_RC	3	7,4767	
D_Ac	3	8,3267	
D_A	3		13,7533
Sig.		,065	1,000

Dia\_15

HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
D_Ac_RC	3	9,4200		
D_RC	3	10,3033	10,3033	
D_Ac	3		11,5300	
D_A	3			18,7567
Sig.		,269	,094	1,000

## Anexo 6

Variación de los °Brix del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

Días	T0 : D_A	T1: D_Ac	T2: D_RC	T3: D_Ac_RC
0 días	10,40	10,60	10,40	10,60
	10,30	10,50	10,30	10,50
	10,40	10,30	10,50	10,50
Promedio	10,37	10,47	10,40	10,53
SD	0,06	0,15	0,10	0,06
5 días	11,79	11,82	10,91	11,10
	11,78	11,79	10,88	10,98
	11,81	11,80	10,87	10,94
Promedio	11,79	11,80	10,89	11,01
SD	0,02	0,02	0,02	0,08
10 días	12,70	13,20	12,40	12,00
	12,90	13,30	12,30	11,90
	13,00	13,20	12,20	11,70
Promedio	12,87	13,23	12,30	11,87
SD	0,15	0,06	0,10	0,15
15 días	14,40	14,20	13,30	13,39
	14,20	14,00	13,40	13,30
	14,40	13,90	13,30	13,20
Promedio	14,33	14,03	13,33	13,30
SD	0,12	0,15	0,06	0,10

### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dia_0	Entre grupos	,049	3	,016	1,639	,256
	Dentro de grupos	,080	8	,010		
	Total	,129	11			
Dia_5	Entre grupos	2,198	3	,733	374,087	,000
	Dentro de grupos	,016	8	,002		
	Total	2,213	11			
Dia_10	Entre grupos	3,287	3	1,096	73,037	,000
	Dentro de grupos	,120	8	,015		
	Total	3,407	11			
Dia_15	Entre grupos	2,399	3	,800	65,235	,000
	Dentro de grupos	,098	8	,012		
	Total	2,497	11			

### Dia\_0

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
D_A	3	10,3667
D_RC	3	10,4000
D_Ac	3	10,4667
D_Ac_RC	3	10,5333
Sig.		,250

### Dia\_5

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
D_RC	3	10,8867		
D_Ac_RC	3		11,0067	
D_A	3			11,7933
D_Ac	3			11,8033
Sig.		1,000	1,000	,992

### Dia\_10

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
D_Ac_RC	3	11,8667			
D_RC	3		12,3000		
D_A	3			12,8667	
D_Ac	3				13,2333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

### Dia\_15

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
D_Ac_RC	3	13,2967		
D_RC	3	13,3333		
D_Ac	3		14,0333	
D_A	3			14,3333
Sig.		,976	1,000	1,000

## Anexo 7

Variación del pH del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

Días	T0 : D_A	T1: D_Ac	T2: D_RC	T3: D_Ac_RC
0 días	3,72	3,63	3,73	3,65
	3,71	3,64	3,72	3,67
	3,70	3,65	3,74	3,67
Promedio	3,71	3,64	3,73	3,66
SD	0,01	0,01	0,01	0,01
5 días	3,75	3,70	3,73	3,73
	3,76	3,69	3,75	3,72
	3,77	3,69	3,74	3,70
Promedio	3,76	3,69	3,74	3,72
SD	0,01	0,01	0,01	0,02
10 días	3,77	3,76	3,75	3,74
	3,79	3,76	3,75	3,74
	3,79	3,77	3,76	3,73
Promedio	3,78	3,76	3,75	3,74
SD	0,01	0,01	0,01	0,01
15 días	3,89	3,84	3,75	3,75
	3,87	3,82	3,77	3,75
	3,86	3,85	3,75	3,76
Promedio	3,87	3,84	3,76	3,75
SD	0,02	0,02	0,01	0,01

### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Dia_0	Entre grupos	,015	3	,005	47,462	,000
	Dentro de grupos	,001	8	,000		
	Total	,016	11			
Dia_5	Entre grupos	,007	3	,002	21,405	,000
	Dentro de grupos	,001	8	,000		
	Total	,008	11			
Dia_10	Entre grupos	,003	3	,001	19,571	,000
	Dentro de grupos	,000	8	,000		
	Total	,004	11			
Dia_15	Entre grupos	,032	3	,011	67,439	,000
	Dentro de grupos	,001	8	,000		
	Total	,033	11			

### Dia\_0

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_Ac	3	3,6400	
D_Ac_RC	3	3,6633	
D_A	3		3,7100
D_RC	3		3,7300
Sig.		,095	,165

### Dia\_5

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
D_Ac	3	3,6933		
D_Ac_RC	3	3,7167	3,7167	
D_RC	3		3,7400	3,7400
D_A	3			3,7600
Sig.		,110	,110	,185

### Dia\_10

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
D_Ac_RC	3	3,7367		
D_RC	3	3,7533	3,7533	
D_Ac	3		3,7633	
D_A	3			3,7833
Sig.		,106	,428	1,000

### Dia\_15

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
D_Ac_RC	3	3,7533		
D_RC	3	3,7567		
D_Ac	3		3,8367	
D_A	3			3,8733
Sig.		,987	1,000	1,000



## Anexo 8

Variación de la acidez del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC).

Días	T0 : D_A	T1: D_Ac	T2: D_RC	T3: D_Ac_RC
0 días	0,62	0,65	0,62	0,64
	0,62	0,66	0,63	0,66
	0,61	0,66	0,63	0,65
Promedio	0,62	0,66	0,63	0,65
SD	0,01	0,01	0,01	0,01
5 días	0,44	0,46	0,55	0,55
	0,42	0,44	0,54	0,56
	0,42	0,44	0,51	0,53
Promedio	0,43	0,45	0,53	0,55
SD	0,01	0,01	0,02	0,02
10 días	0,38	0,40	0,49	0,50
	0,38	0,38	0,49	0,50
	0,39	0,38	0,48	0,48
Promedio	0,38	0,39	0,48	0,49
SD	0,00	0,01	0,01	0,01
15 días	0,32	0,33	0,42	0,45
	0,34	0,32	0,44	0,44
	0,35	0,32	0,44	0,43
Promedio	0,34	0,32	0,43	0,44
SD	0,02	0,01	0,01	0,01

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Dia_0	Entre grupos	,003	3	,001	21,500	,000
	Dentro de grupos	,000	8	,000		
	Total	,004	11			
Dia_5	Entre grupos	,033	3	,011	47,000	,000
	Dentro de grupos	,002	8	,000		
	Total	,035	11			
Dia_10	Entre grupos	,033	3	,011	132,633	,000
	Dentro de grupos	,001	8	,000		
	Total	,034	11			
Dia_15	Entre grupos	,034	3	,011	91,911	,000
	Dentro de grupos	,001	8	,000		
	Total	,035	11			

### Dia\_0

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_A	3	,6167	
D_RC	3	,6267	
D_Ac_RC	3		,6500
D_Ac	3		,6567
Sig.		,369	,669

### Dia\_5

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_A	3	,4267	
D_Ac	3	,4467	
D_RC	3		,5333
D_Ac_RC	3		,5467
Sig.		,428	,717

### Dia\_10

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_A	3	,3833	
D_Ac	3	,3867	
D_RC	3		,4867
D_Ac_RC	3		,4933
Sig.		,968	,808

### Dia\_15

#### HSD Tukey<sup>a</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
D_Ac	3	,3233	
D_A	3	,3367	
D_RC	3		,4333
D_Ac_RC	3		,4400
Sig.		,501	,882









**Anexo 10. 1.** Evaluación sensorial del sabor del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC)

**0 días**

Tratamientos	Panelistas															
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P16	P17	P18	P15	
T0 : D_A	7	6	7	6	6	7	6	7	6	5	6	6	6	7	6	6,3
T1: D_Ac	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6,1
T2: D_RC	5	4	6	5	6	5	5	4	5	5	6	6	5	6	6	5,3
T3: D_Ac_RC	6	6	5	4	6	6	6	5	6	5	6	6	5	5	6	5,5

**5 días**

Tratamientos	Panelistas															
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P16	P17	P18	P15	
T0 : D_A	6	5	6	5	5	6	6	6	6	5	6	5	6	5	6	5,6
T1: D_Ac	6	6	6	6	5	6	7	6	6	6	6	6	6	5	5	5,9
T2: D_RC	6	5	6	6	6	5	5	5	5	5	6	5	5	5	4	5,3
T3: D_Ac_RC	6	4	5	5	6	4	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5,1

**10 días**

Tratamientos	Panelistas															
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P16	P17	P18	P15	
T0 : D_A	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4,3
T1: D_Ac	6	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4,8
T2: D_RC	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,1
T3: D_Ac_RC	5	4	5	5	6	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,9

**15 días**

Tratamientos	Panelistas															
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P16	P17	P18	P15	
T0 : D_A	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3,4
T1: D_Ac	5	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	5	4	4	4	4,0
T2: D_RC	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4,6
T3: D_Ac_RC	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4,5

**Sabor\_0\_dias**

Duncan<sup>a,b</sup>

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
D_RC	15	1,733	
D_Ac_RC	15	2,100	
D_Ac	15		3,033
D_A	15		3,133
Sig.		,200	,724

**Sabor\_5\_dias**

Duncan<sup>a,b</sup>

Tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
D_Ac_RC	15	1,867		
D_RC	15	2,200	2,200	
D_A	15		2,733	2,733
D_Ac	15			3,200
Sig.		,339	,130	,183

**Sabor\_10\_dias**

Duncan<sup>a,b</sup>

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
D_A	15	1,600	
D_Ac	15		2,533
D_Ac_RC	15		2,800
D_RC	15		3,067
Sig.		1,000	,066

**Sabor\_15\_dias**

Duncan<sup>a,b</sup>

Tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
D_A	15	1,400		
D_Ac	15		2,167	
D_Ac_RC	15			3,200
D_RC	15			3,233
Sig.		1,000	1,000	,905

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

N	15
Chi-cuadrado	20,806
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

N	15
Chi-cuadrado	13,189
gl	3
Sig. asintótica	,004

a. Prueba de Friedman

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

N	15
Chi-cuadrado	20,122
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

N	15
Chi-cuadrado	26,647
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

**Anexo 10. 3.** Evaluación sensorial del olor del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC)

**0 días**

Tratamientos	Panelistas															
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P16	P17	P18	P15	
T0 : D_A	6	6	7	6	7	6	7	6	6	7	7	6	6	6	6	6,3
T1: D_Ac	6	6	7	5	5	7	6	7	6	7	6	6	6	6	6	6,1
T2: D_RC	6	6	6	5	5	6	7	7	6	7	6	6	6	6	6	6,1
T3: D_Ac_RC	6	6	6	6	6	5	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6,0

**5 días**

Tratamientos	Panelistas															
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P16	P17	P18	P15	
T0 : D_A	7	6	6	5	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	7	6,2
T1: D_Ac	6	6	6	5	5	6	6	7	6	7	6	6	6	5	5	5,9
T2: D_RC	5	6	6	6	6	7	5	6	6	6	6	5	6	6	6	5,9
T3: D_Ac_RC	6	6	6	5	6	6	6	7	6	7	6	5	6	6	6	6,0

**10 días**

Tratamientos	Panelistas															
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P16	P17	P18	P15	
T0 : D_A	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5,1
T1: D_Ac	5	5	5	6	5	5	6	5	5	6	5	5	5	5	5	5,2
T2: D_RC	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6	5	5,8
T3: D_Ac_RC	6	6	6	6	5	5	6	6	6	6	6	6	4	5	6	5,7

**15 días**

Tratamientos	Panelistas															
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P16	P17	P18	P15	
T0 : D_A	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	6	5	5	4,9
T1: D_Ac	6	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	6	5	5	5	5,0
T2: D_RC	6	5	6	5	6	5	6	6	5	6	5	6	6	6	5	5,6
T3: D_Ac_RC	5	5	6	6	5	5	6	6	6	6	5	5	5	6	6	5,5

**Olor\_0\_dias**

Duncan <sup>a,b</sup>		
Tratamientos	N	Subconjunto
		1
D_Ac_RC	15	2,267
D_RC	15	2,400
D_Ac	15	2,500
D_A	15	2,833
Sig.		,085

**Olor\_5\_dias**

Duncan <sup>a,b</sup>		
Tratamientos	N	Subconjunto
		1
D_Ac	15	2,300
D_RC	15	2,300
D_Ac_RC	15	2,533
D_A	15	2,867
Sig.		,127

**Olor\_10\_dias**

Duncan <sup>a,b</sup>			
Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
		D_A	15
D_Ac	15	2,033	
D_Ac_RC	15		3,000
D_RC	15		3,200
Sig.		,359	,491

**Olor\_15\_dias**

Duncan <sup>a,b</sup>			
Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
		D_A	15
D_Ac	15	1,967	
D_Ac_RC	15		3,000
D_RC	15		3,133
Sig.		,839	,685

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

N	15
Chi-cuadrado	3,950
gl	3
Sig. asintótica	,267

a. Prueba de Friedman

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

N	15
Chi-cuadrado	3,829
gl	3
Sig. asintótica	,281

a. Prueba de Friedman

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

N	15
Chi-cuadrado	20,814
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

N	15
Chi-cuadrado	16,500
gl	3
Sig. asintótica	,001

a. Prueba de Friedman

**Anexo 10. 4. Evaluación sensorial de la apariencia general del durazno mínimamente procesado durante el almacenamiento refrigerado: durazno con agua (D\_A), durazno con ácidos orgánicos (D\_Ac), durazno con recubrimiento comestible (D\_RC), durazno con ácido y recubrimiento comestible (D\_Ac\_RC)**

**0 días**

Tratamientos	Panelistas															
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P16	P17	P18	P15	
T0 : D_A	5	6	7	6	7	6	6	7	6	7	6	7	7	7	6	6,4
T1: D_Ac	6	6	7	6	6	6	6	7	6	7	6	6	6	7	6	6,3
T2: D_RC	6	6	6	5	6	6	6	6	6	7	7	7	6	7	6	6,2
T3: D_Ac_RC	6	6	6	5	6	5	5	7	6	7	6	6	6	6	6	5,9

**5 días**

Tratamientos	Panelistas															
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P16	P17	P18	P15	
T0 : D_A	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4,8
T1: D_Ac	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4,9
T2: D_RC	5	6	6	5	6	6	5	6	6	6	6	5	6	6	6	5,7
T3: D_Ac_RC	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	5,9

**10 días**

Tratamientos	Panelistas															
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P16	P17	P18	P15	
T0 : D_A	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	4,5
T1: D_Ac	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,9
T2: D_RC	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6	5	5,8
T3: D_Ac_RC	6	6	6	6	5	5	6	6	6	6	6	6	4	5	6	5,7

**15 días**

Tratamientos	Panelistas															
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P16	P17	P18	P15	
T0 : D_A	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3,4
T1: D_Ac	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3,8
T2: D_RC	5	5	6	5	5	5	5	5	5	6	5	6	6	5	5	5,3
T3: D_Ac_RC	5	5	6	6	5	5	6	5	5	6	5	5	5	6	6	5,4

**Apariencia\_0\_dias**

Duncan<sup>a,b</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
D_Ac_RC	15	1,967	
D_RC	15	2,500	2,500
D_Ac	15		2,633
D_A	15		2,900
Sig.		,086	,221

**Apariencia\_5\_dias**

Duncan<sup>a,b</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
D_A	15	1,667	
D_Ac	15	1,733	
D_RC	15		3,167
D_Ac_RC	15		3,433
Sig.		,749	,205

**Apariencia\_10\_dias**

Duncan<sup>a,b</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
D_A	15	1,367		
D_Ac	15		2,000	
D_Ac_RC	15			3,200
D_RC	15			3,433
Sig.		1,000	1,000	,355

**Apariencia\_15\_dias**

Duncan<sup>a,b</sup>

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
D_A	15	1,300		
D_Ac	15		1,700	
D_RC	15			3,433
D_Ac_RC	15			3,567
Sig.		1,000	1,000	,280

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

N	15
Chi-cuadrado	8,667
gl	3
Sig. asintótica	,034

a. Prueba de Friedman

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

N	15
Chi-cuadrado	33,400
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

N	15
Chi-cuadrado	31,024
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

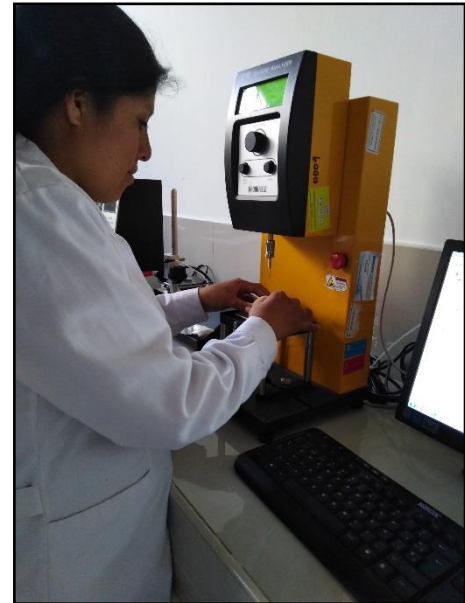
**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

N	15
Chi-cuadrado	41,818
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman



Anexo 11



Anexo 12

Tabla 1. Componentes químicos de la planta de *Aloe vera* (*barbadensis* Miller) (Dagne y col., 2000; Choi y Chung, 2003; Ni y col., 2004; Hamman, 2008).

Composición	Compuestos
Antraquinonas	Ácido aloético, antranol, ácido cinámico, barbalofna, ácido crisofánico, emodina, aloe-emodin, éster de ácido cinámico, alofna, isobarbalofna, antraceno, resistanol.
Vitaminas	Ácido fólico, vitamina B1, colina, vitamina B <sub>2</sub> , vitamina C, vitamina B <sub>3</sub> , vitamina E, vitamina B <sub>6</sub> , beta-caroteno.
Minerales	Calcio, magnesio, potasio, zinc, sodio, cobre, hierro, manganeso, fósforo, cromo.
Carbohidratos	Celulosa, galactosa, glucosa, xilosa, manosa, arabinosa, aldopentosa, glucomanosa, fructuosa, acemanano, sustancias pépticas, <i>L</i> -ramnosa.
Enzimas	Amilasa, ciclooxidasas, carboxipeptidasas, lipasa, bradikinasas, catalasas, oxidasas, fosfatasa alcalina, ciclooxigenasa, superóxido dismutasa.
Lípidos y compuestos orgánicos	Esteroides (campesterol, colesterol, $\beta$ -sitoesterol), ácido salicílico, sorbato de potasio, triglicéridos, lignina, ácido úrico, saponinas, giberelina, triterpenos.
Aminoácidos	Alanina, ácido aspártico, arginina, ácido glutámico, glicina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, tirosina, treonina, valina.