



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

Efecto de un recubrimiento comestible a base de goma detara (*caesalpinia spinosa*) y gel de sábila (*aloe barbadensis miller*), sobre las características fisicoquímicos y microbiológicas en cubos de mango (*mangifera indica l*) CV. Kent Almacenados en refrigeración

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Agroindustrial

**AUTORA:**

Br. Cieza Herrera, Suly (ORCID: 0000-0001-9122-7697)

**ASESOR:**

Mg. Pagador Flores, Sandra Elizabeth (ORCID: 0000-0001-6371-7138)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Procesos Agroindustriales

**TRUJILLO – PERÚ**

**2020**

## Dedicatoria

*A DIOS, por permitirme la vida y el despertar cada mañana y seguir luchando por mis sueños y metas.*

### ***A MIS PADRES: FELICITA Y TEODORO***

*por su amor incondicional, por el apoyo y sus consejos para no rendirme ante los obstáculos, sigo firme porque son ustedes los que me encaminaron por el bien, hacer lo*

### ***A MIS QUERIDAS HERMANAS: LIDIA,***

*por su constante apoyo y por haber creído en mí. JOHANA, por el cariño y la paciencia por estar a mi lado justo cuando más te he necesitado.*

### ***A MIS AMIGAS: Tatiana, Dayanne, María luz,***

*por brindarme su bonita y sincera amistad, durante los 5 años en la universidad, gracias tantas vivencias compartidas, las quiero mucho.*

## Agradecimiento

A mi hermana Lidia Cieza Herrera, gracias por haberme brindado todo su apoyo para lograr culminar este proyecto de investigación. A mis padres, gracias por su infinito amor y sabios consejos especialmente a mi madre amada.

A mi centro de estudios la Universidad César Vallejo, a mis maestros, a mi asesora Elizabeth Pagador Flores, por su constante apoyo desinteresado, por guiarme a concluir con éxito este proyecto.

Así mismo, a las ingenieras Gabriela Barraza y Leslie Lescano, por permitirme hacer uso de las instalaciones del laboratorio de tecnología de los PAI de la Universidad Nacional de Trujillo.

# Índice

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>18</b>
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
2.2. Operacionalización de variables.....	20
2.3. Población, muestra y muestreo.....	21
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	21
2.5. Procedimiento.....	22
2.6. Métodos de análisis de datos .....	25
2.7. Aspectos éticos .....	25
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>26</b>
3.1. Caracterización inicial del mango .....	26
3.2. Propiedades fisicoquímicas.....	26
3.3. Análisis microbiológico.....	35
<b>IV. DISCUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>V. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>39</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>40</b>
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41
ANEXOS.....	44

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como principal objetivo evaluar el efecto de un recubrimiento comestible a base de goma de tara (*caesalpinia spinosa*) y gel de sábila (*aloe barbadensis miller*) sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas en cubos de mango (*mangifera indica l*) de la variedad Kent. El tipo de diseño aplicado fue experimental; la aplicación del recubrimiento realizó por inmersión en tres tratamientos T1 (0.3% goma tara, 39.7% gel de sábila), T2 (0.6%, 39.4%), T3 (0.9%, 39.1%) y un tratamiento 4 control, Se analizó los parámetros de °Brix, % pérdida de peso, pH, % de acidez titulable, firmeza y contaminación por microorganismos psicrófilos. Resultados favorables presentaron las muestras con recubierta de goma de tara y gel de sábila, siendo el mejor tratamiento fue T3 que conserva mejor los atributos del mango, a diferencia del tratamiento control que presentó 45% pérdida de peso y el 48% descenso de firmeza.

El recubrimiento digerible a base de goma de tara y gel de sábila mantiene la calidad de los cubos de mango e inocuo de contaminación de microorganismos psicrófilos, por un lapso de 8 días a temperatura de refrigeración.

**Palabras clave:** Recubrimiento comestible, goma de tara, gel de sábila, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

## ABSTRACT

The principal object of this research was to evaluate the effect of an edible coating based on Tara gum (*caesalpinia spinosa*) and aloe vera gel (*aloe barbadensis miller*) on the physicochemical and microbiological characteristics in mango cubes (*mangifera indica* l) variety Kent. The design for this research was experimental; The application of the coating was carried out by immersion in three T1 treatments (0.3% Tara gum, 39.7% aloe gel), T2 (0.6%, 39.4%), T3 (0.9%, 39.1%) and a control treatment. Parameters of °Brix% weight loss, pH% titrable acidity, firmness and contamination by psychrophilic microorganisms. Favorable results presented the samples with Tara gum and aloe gel, being the best treatment was T3 that retains better mango attributes, unlike the control treatment that reported a 45% weight loss and 48% firmness.

The edible coating based on Tara gum and aloe gel maintains the quality of mango cubes and innocuous contamination of psychrophilic microorganisms, for a period of 8 days at refrigeration temperature.

**Keywords:** Edible coating, Tara gum, aloe gel, physicochemical and microbiological parameters

## I. INTRODUCCIÓN

El estilo de alimentación de las personas ha cambiado por lo consiguiente la demanda de productos de consumo inmediato, así como la necesidad de reducir tiempos de preparación, en especial el consumo de frutas mínimamente procesados. (GARCÍA, 2011). Sin embargo, el tiempo de vida útil de estos es de carácter perecedero, debido a las a reacciones de deterioro, entre ellas están los cambios en la estructura, coloración, merma de nutrientes y activa proliferación de microorganismos (Artés, y otros, 2005). Para reducir las mermas de producción, se necesita implementar nuevas tecnologías, que brinde al producto preservar su apariencia visual y calidad de la fruta en un lapso almacenado a temperaturas bajas. (Hernandez Escobar, y otros, 2013). Respondiendo a esta perspectiva surge la tecnología de los recubrimientos comestibles.

La utilización de recubrimientos comestibles en la industria alimentaria representa una opción innovadora, la cual busca mantener los atributos originarios de distintos productos de origen cárnicos, hortofrutícolas, lácteos, etc. Estos actúan de manera favorable, sobre las características físicas, químicas, sensoriales, fisiológicas y microbiológicas de los alimentos. Por lo tanto, extienden su vida útil e incrementa sus probabilidades de comercialización (Estrada, y otros, 2015). El uso de films comestibles en frutas cortadas mínimamente procesadas actúa como una barrera ante los gases, el vapor de agua, y la pérdida de peso, quienes son los principales componentes responsables de una pérdida en la calidad de las frutas.

El mango es considerado uno de los frutos más apetecibles en el mundo, debido a su delicioso sabor y a su elevado valor nutricional, además presenta una creciente demanda en los últimos años, por lo que representa una alternativa rentable para su comercialización en fresco. (Torres, y otros, 2012). Actualmente el Perú ocupa el tercer puesto en exportación de mangos: fresco (60%), congelado 20%, pulpa (5%) y jugos (5%) destinados al mercado europeo y Estados Unidos (GESTIÓN, 2018). El mango es un fruto climatérico y su tiempo en anaquel es muy corto, por lo tanto, se han implementado diferentes técnicas de conservación para contrarrestar esta situación, como el almacenamiento refrigerado, la aplicación de atmósferas modificadas o controladas y los recubrimientos comestibles.

El uso de recubrimientos comestibles representa uno de los métodos utilizados para mantener la calidad de los productos hortofrutícolas debido a la barrera semi-permeable que forma con la pared del fruto, protegiendo del ámbito exterior. (Valencia Chamorro, y otros, 2016).

Por ello se presentó esta investigación que utiliza goma de tara y sábila como recubrimientos, para evaluar su efecto sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas en cubos de mango, (*mangifera indica l*) mínimamente procesado almacenados en temperatura de bajas. Según investigaciones se encontró los siguientes antecedentes.

Según, (Valencia Chamorro, y otros, 2016) En su investigación evaluaron el efecto de usar una cubierta conformada por goma de un hidrocoloide en los atributos de la fresa (*fragaria ananassa*) en postcosecha, realizaron ensayos a diferentes concentraciones del hidrocoloide y mezclas de ácidos grasos de abeja, goma laca y un plastificante propanotriol al 60%. Tomaron por conveniente hacer dos formulaciones de recubrimiento digerible y almacenarlas hasta 8 días a 5 °C. Teniendo como base muestras de frutilla sin recubrimiento, que fue su muestra control. Obteniendo resultados que la formulación 2 con 30% de goma de tara, disminuyó significativamente la pérdida (2.62%) con respecto a la muestra control (4.53%), luego de 8 días de almacenamiento. Sin embargo, el valor de firmeza se redujo para las dos formulaciones 1 y 2. En los análisis de acidez titulable y pH, no se mostró un efecto significativo, pero en los °Brix las frutillas control, presentó una disminución de un 12% frente a la frutilla con recubierta. Para los análisis sensoriales los panelistas reportaron que no hay diferencias significativas en cuanto a sabor, color, ni olores extraños, con respecto a la muestra control. Finalmente concluyen que la cubierta digerible, logra prorrogar la senescencia de la fruta, disminuye el control de espiración y el detrimento de textura de las frutillas recubiertas.

Así mismo el estudio de (Escalante, 2015) evaluó el efecto de aplicar proporciones de un hidrocoloide, ésteres y polialcohol como plastificante del medio. La producción de un recubrimiento digerible, aplicado en fresas frescas, almacenadas a temperaturas bajas a 5 °C y 90 % de humedad referente. Por lo cual realizó un Aplicando un diseño de esquemas, siendo 16 muestras en total, la formulación óptima, la que estuvo conformada por goma de caesalpinia spinosa 0.31%, 1.22% ésteres y 1.22 de glicerina. Alcanzando un detrimento de peso de 12.43%, consistencia 505.5 gf y disminuyendo la



tasa de respiración a 45.28 mg CO<sub>2</sub>\*kg. Para la estimación de vida en stock de la fresa con cubierta se utilizó la técnica, tomando como factor de detrimento la pérdida de peso e incluso el desarrollo microbiano, resultando un tiempo máximo de 6 a 8 días para fresas con capa comestible a comparación que la fresa sin capa que se mantuvo firme por 4 días.

Por otro lado, (Eduardo, 2014) realizó un recubrimiento comestible de gel de sábila (*aloe vera*) en carambola entera mínimamente procesada para evaluar los efectos en su conservación. En la cual realizó un diseño de muestra con tres formulaciones y un control, almacenadas a 5 °C, 10 °C y 15 °C, las muestras fueron recubiertas a una concentración de 0%, 35%, 45% y 55% con gel de sábila. Siendo la muestra mejor conservada al 5 °C tratadas con un recubrimiento de 55% de sábila, estas pierden 0.44% menos peso que la muestra control, mientras que, para los análisis químicos, la carambola se conserva a 15°C con 55% de sábila, los sólidos solubles totales y la acidez permite prolongar a 1 día más el tiempo de vida, los niveles de pH son muy bajo y el valor Q10 se mantiene consecuente. Mientras tanto los análisis sensoriales como color, sabor y textura, a mayor concentración de gel de sábila, se mantiene similar a la muestra control, sin embargo, hay una reducción en cuanto a olor de las muestras almacenadas a 5°C. Termina concluyendo, que los recubrimientos de sábila a mayor concentración, permite mejor conservación de la carambola mínimamente procesada.

Según estudio de (RAMÍREZ, y otros, 2013) analizaron el uso de una capa alimenticia en proporción del polisacárido mucilaginoso de aloe de barbados sobre el fruto de mora castilla, para acrecentar el uso en stock de almacenamiento basado en la conducta de características sensoriales, microbiológicas y fisicoquímicas mediante un medio de conservación a temperaturas bajas. Recrearon la capa alimenticia del polisacárido mucilaginoso de aloe barbadensis, se designó el uso mediante sumersión de la mora castilla, para su subsiguiente tratamiento térmico, luego fueron colocados en anaquel a bajas temperaturas, por un lapso de 10 días. Prescribieron que las muestras de mora castilla con capa del hidrocoloide logran una reducción significativa en cuanto a la tasa de respiración y en las índoles visuales en comparación de la muestra blanca.

Así mismo lo menciona (Restrepo, y otros, 2010) donde hicieron un análisis en fresa con tratamientos de dos capas alimenticias, elaboradas a base de un polisacárido mucilaginoso de sábila (*aloe barbadensis miller*) y de la grasa de la cera de carnauba (*Copernicia prunifera*). Recrearon pruebas iniciales y se determinaron varias

aglutinaciones de la goma del hidrocoloide en función al agua destilada, en condiciones de 10% y 60% en %P/P, estandarizados a 1800 revolución por minuto en lapsos de 5 minutos; posteriormente se llenarán de forma estandarizada en fuentes plásticas y se deshidrataron por aire de convección a una temperatura de 40°C por un lapso de 8 horas. Se escogió la mejor elaboración de la capa con buena presencia en textura, luego se analizó su fijación a la fresa, la tonalidad y fulgor en la fruta, además fueron colocados en stock a bajas temperaturas por un lapso de 10 días. Diseñaron un supletorio de capa alimenticia, en la misma solución de gel y cera con adición de surfactantes como estabilizante de la solución. La cual obtuvo derivaciones exitosas, en que el uso de la capa aumenta la vida en stock de almacén, muestra una depreciación en contenido de humedad, relación de inspiración y subsistencia característica similar al fruto original.

Según estudio de (García, y otros, 2017) Evaluaron el uso de una recubierta digerible en tres cantidad un polisacárido mucilaginoso de aloe barbadensis al (10%,20% y 30%), empleando un polialcohol como plastificante en cantidades (1.5% y 2.5%) de  $C_3H_8O_3$ . La aplicación fue por inmersión, para que la solución se adhiera a la pared de la fruta, pasando por un proceso térmico de secado, para sus posteriores análisis de pH, detrimento de peso, acidez titulable, contenido de °Brix y el desarrollo de microorganismos, Consiguieron resultados favorables siendo mejor el tratamiento 5, mencionado tratamiento queda compuesto por 30% de aloe barbadensis y 1.5% de glicerina, que adquiere mejores atributos en cuanto a las pruebas aplicadas. El recubrimiento digerible aplicado sobre la guayaba logró conservar sus características organolépticas y mantener la calidad de la fruta por un lapso de tiempo almacenadas a temperatura bajas.

Por otro lado (Estrada Mesa, y otros, 2015) realizaron una capa alimenticia para extender la vida útil del mangifera indica en postcosecha. Evaluaron el efecto de dos tratamientos variados a base de almidón de yuca (*manihot esculenta*) y pectina cítrica. la cubierta lo realizaron por inmersión en soluciones del polisacárido y pectina, a una concentración de 1,5%, por un lapso de 2 minutos para luego ser almacenados a  $11 \pm 1^\circ C$  y  $80 \pm 5\%$ , humedad relativa, para luego evaluar los cambios en ese lapso, también tomaron mangos sin recubierta como control, estos fueron sumergidos en agua almacenados a temperatura ambiente. Evaluaron el comportamiento cada 3 días durante el periodo de almacenamiento, para analizar la consistencia, el detrimento fisiológico de peso, sólidos solubles totales, índice de pardeamiento. Los resultados se vieron

notorios en la pérdida fisiológica del mango con 2.7%. Y llegaron a la conclusión que los frutos con capa alimenticia con base en almidón de yuca (*manihot esculenta*) y pectina, obtuvieron resultados favorables, logrando preservar la calidad de mangifera indica a un lapso de 12 días almacenados a bajas temperaturas a  $10\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Así mismo (Rico Rodriguez, y otros, 2015) Evaluaron la atribución de recubrimientos de polisacárido chitosan, con aceites esenciales de cítricos de limón (*citrus limon*) y naranja (*citrus sinensis*), sobre la vida útil de mango (*mangifera indica l*), mínimamente procesado. La fruta fue sumergida en la solución de recubrimiento por 5 minutos, y luego fue acopiada a temperaturas bajas. Obteniendo resultados favorables, con mayor presencia de en las muestras, ello por la presencia de aceites esenciales, así mismo disminuyó la carga microbiana en comparación a las muestras sin capa alimenticia. Sin embargo, la muestra sin recubierta fue rechazada por los panelistas porque presentaba características inadecuadas y extraño olor y sabor. Finalmente concluyeron que los recubrimientos digeribles, ayudan a prolongar el tiempo de vida útil del mangifera indica mínimamente procesado y preservando la calidad del fruto.

Para precisar el proyecto de investigación y ampliar la información se tomó en cuenta las siguientes teorías relacionadas al tema.

Un recubrimiento digerible es una capa delgada que cubre al producto del ambiente externo, capaz mantener el producto final en buenas condiciones y logre preservar las características originarias, sea inocuo, aceptable fisiológica y sensorialmente y apto para consumo humano. El recubrimiento debe aportar un valor agregado al fruto (Baldwin, y otros, 2012).

También se le conoce como una capa transparente duradera y delgada, que se forma a los contornos de la fruta, mediante inmersión en la solución formadora con el objetivo de resguardar su calidad y servir como envase. Por otra parte, las soluciones de recubrimiento pueden estar conformada por compuestos hidrocoloide, lípidos, ceras, y o combinaciones. Que actúa sobre el producto como una barrera de gases frente al ambiente exterior (Fernandez, y otros, 2015).

Para la elaboración de recubrimientos comestibles se utilizan componentes que pueden ser clasificados de la siguiente manera; en primer lugar, Hidrocoloide, que son proteínas y polisacáridos; de base lipídica como las ceras, ácidos grasos, etc.; y también de combinaciones de los dos. Los elementos en menor cantidad que se usan para formación

del recubrimiento actúan como plastificantes, antimicrobianos, reguladores de acidez. (Escalante, 2015).

Los compuestos hidrocoloides tienen una base de proteínas o polisacáridos, debido a su estructura hidrofílica, representan una barrera antes los gases de oxígeno y dióxido de carbono, y su alta empleo para contrarrestar las pérdidas de peso y humedad es débil, es por ello que se complementa con otros elementos. Actualmente hay una gran variedad de polisacáridos y derivados, son usados para formar recubrimientos digeribles, estos pueden ser alginatos, gomas, pectinas, quitosano, almidón, mucílagos y mezclas (Morales Reyes, 2011).

Así mismo, los compuestos lipídicos son un conjunto de biomoléculas y se discurren como fosfolípidos, carotenoides, grasa y aceites. Se caracterizan por ser altamente hidrofóbicos, generando una barrera ante la humedad, disminución en la tasa de respiración, deshidratación del producto. Mejoran el brillo y el aspecto estético del alimento. Se usan ceras de abeja, carnauba, candelilla; resinas, mono glicéridos y ácidos grasos (Fernandez, y otros, 2015).

Las combinaciones de estos se usan para intercambiar ventajas de lípidos e hidrocoloide, para contrarrestar las desventajas de cada uno. Cuando se desee adherir una función de barrera de vapor de agua el componente lípido confería dicha función, si se desea formar una barrera semi-permeable contra gases de adición una base polisacárido, y también como agentes antimicrobianos como los aceites esenciales.

Uno de los hidrocoloide usados para esta investigación es la goma de Tara (*caesalpinia spinosa*), proveniente de vegetales, presenta características pseudoplásticas en solución acuosa es altamente hidrofílica a temperaturas bajas y altas, presenta acción gelificante en concentraciones menores al 1% (Cabello, 2009). Por su composición es incolora, insípida y muy estable en condiciones de temperatura ambiente (Pavon vargas, y otros, 2015).

Se puede observar en el anexo 1, los componentes de goma de tara (*caesalpinia spinosa*), contiene un máximo 15% de humedad, proteína 3.5%, ceniza 1.5%, pH 5.5 %, densidad 0.69 g/ml, viscosidad a 20°C (solución 1%).

En la industria alimentaria la goma de tara es preferida por ser un excelente formador de textura sobre los alimentos, estructuralmente similar o equivalente a la pectina

(Cabello, 2009). Este hidrocoloide brinda sinergia en su aplicación junto a carragenatos, agar y gomas, obteniendo geles termorreversibles sin sinéresis. Utilizando goma de tara (*caesalpinia spinosa*) con geles se consigue estabilizar las emulsiones, la goma de tara mantiene su funcionalidad a valores de pH bajos (Cubero, 2002). En comparación a la goma de guar, goma xantana y el fenogreco, la goma de tara tiene menor sustitución de galactosa por lo puede producir una película más consistente. (J. Antonio, 2015)

Tal como lo describe (Valencia Chamorro, y otros, 2016). Los recubrimientos comestibles elaborados con hidrocoloide de *caesalpinia spinosa* reduce los niveles de respiración, extendiendo el periodo de postcosecha hasta llegar al en óptimas condiciones al consumidor final.

Así también el uso de gel de penca de sábila (*aloe barbadensis miller*) confiere positivamente firmeza y textura sobre frutos y hortalizas, retrasando el ablandamiento y deterioro oxidativo de estos. (Martínez R. Domingo., 2014). Esto debido a que presenta dentro de su composición química compuestos fenólicos con un alto poder antioxidante. Los cuales pueden clasificarse principalmente como cromonas o antraquinonas (Ampuero, 2005).

El gel mucilaginoso de aloe vera está formado por agua un 99%, lo restante concierne a agregados vitamínicos hidrosolubles y liposolubles, minerales, enzimas, polisacáridos, agregados fenólicos y ácidos orgánicos (Restrepo, y otros, 2010). El gel de aloe se identifica por formar disoluciones coloidales viscosas, los mucílagos son componentes propios de las plantas de aloe vera, estudios recientes han verificado que el gel, logra prolongar la supervivencia de productos frescos almacenados a bajas temperaturas por un lapso. (Morales Reyes, 2011).

Así como lo menciona la (Restrepo, y otros, 2010) que la aplicación de gel mucilaginoso de penca de sábila, sobre *prunus cerasus* dulce y en *vitis vinífera*, demostraron resultados favorable en cuanto a la preservación de las características sensoriales. Como por ejemplo, la capacidad respiratoria, la caída del porcentaje de humedad, el pardeamiento enzimático y una menor proliferación de microorganismos entre los 16 y 35 días.

En la industria alimentaria los recubrimientos se utilizan como envases y empaques biodegradables, con el fin de reducir el desplazamiento de vapor de agua, O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> y

optimizar la vida en stock, permitiendo conservar la calidad de los atributos de un producto fresco (Fernandez, y otros, 2015).

Siendo su aplicación óptima, sobre los productos de la cuarta gama o mínimamente procesados, que hayan sufrido un proceso de pelado, cortado, troceado, etc. Cabe resaltar que el tratamiento postcosecha comúnmente aplicado, se basa en el uso de ácidos orgánicos y sales débiles como por ejemplo ácido cítrico, ascórbico, málico, y sales de calcio, magnesio, sodio, los cuales ejercen una mayor inspección en pH del alimento, impidiendo la actividad de algunos microorganismos, como las bacterias mesófilas deteriorables (Valero, 2018)

Esta investigación se trabajó con muestras de trozos de mango mínimamente procesados, debido a que esta fruta goza de gran aceptabilidad por su sabor y aroma. El mango (*mangifera indica l*) también llamado melocotón de los trópicos actualmente es conocido como uno de los frutos tropicales con mayor aceptabilidad y su cultivo se adecua a climas cálidos o subtropicales secos, entre los 20 y 25 °C (InfoAgro, 2010).

La composición nutricional del mango se presenta en el anexo 2, contiene gran contenido de fibra y vitaminas, la parte carnosa del mangifera indica l está compuesta de bioactivos como la vitamina A, fundamental para el sostenimiento de los tejidos epiteliales y mucosa, y agregados antioxidantes como la vitamina E, poli fenoles, carotenos. (InfoAgro, 2010).

Esta fruta se encuentra en las 15 frutas más cotizadas en estado fresco con 1.128.629 toneladas. La India el país con más producción de mangifera con aproximadamente 10.5 millones, segundo está China con 3.5 millones de toneladas, seguido la ciudad de México con 1.5 millones y Tailandia 1.7 millones de toneladas que marcan el 80 % de las exportaciones a nivel mundial (MINAGRI, 2016). En el anexo 3. Se muestra el gráfico de las exportaciones de mago en los periodos del 2001 hasta el 2016 en el Perú.

Las exportaciones de mangifera en el Perú, están surgiendo de manera creciente a lo largo de los últimos años 2001-2016 incrementando un 12,6% promedio anual. La exportación de mangifera representa para el país el 40% de la producción nacional. Las variedades Kent 85% y Tommy Atkins 60% Haden 10%, son las más vendidas al exterior, se cultiva en los departamentos de Piura, Lambayeque y la libertad, (GESTIÓN, 2018).

Para este estudio de investigación se planteó el siguiente problema, ¿Cuál es el efecto de un recubrimiento comestible a base de goma de tara (*caesalpinia spinosa*) y gel sábila (*aloe barbadensis miller*), sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas en cubos de mango (*mangifera indica l*) variedad Kent, almacenadas en refrigeración?

Teniendo como justificación de estudio, que el mango se encuentra dentro los 15 productos frescos consumidos a nivel mundial, sin embargo, su periodo de vida útil no sobrepasa los 6 días, por ello surge los productos mínimamente procesados, que son aquellos productos que pasan por un proceso de pelado, corte, troceado etc., haciendo un producto más fresco y fácil de consumir. Dentro de las etapas, la fruta el proceso de pardeamiento que es el ennegrecimiento de la pared del alimento, detrimento de estructura que facilita el crecimiento de microorganismos. Para ellos se busca contrarrestar este mecanismo, aplicando nuevas tecnologías como el uso de recubrimientos comestibles.

La aplicación de recubrimientos digeribles permite preservar los atributos iniciales del alimento y acrecentar el tiempo de vida del producto. Este nuevo método de preservación comestible radica en crear una barrera a través de una fina capa que protege al alimento del ambiente externo. Reduciendo pérdidas en peso, inhibiendo la carga microbiana, retardando la migración de vapor de agua, conservando los atributos iniciales del producto a lo largo de su almacenamiento. Los recubrimientos también pueden ser incorporados con agentes antimicrobianos o alguna característica que se desee conferir al producto final.

La presente investigación, acorde con los recientes estudios científicos- tecnológicos, responde a la insuficiencia de manifestar a la industria alimentaria una propuesta de emplear un recubrimiento digerible conformada por goma de un hidrocoloide caesalpinia spinosa y aloe vera, sobre las características fisicoquímicos y microbiológicas en cubos de mango (*mangifera indica l*), mismo que facilita los procesos de conservación, embalaje, transporte, así competir en el mercado con productos frescos y saludables.

Por ello se determinó la hipótesis que a mayor concentración de goma de tara y menor concentración de gel de sábila (*aloe barbadensis miller*), en la formulación de los recubrimientos comestibles, se obtendrá resultados favorables sobre las variables a analizar (fisicoquímicas y microbiológicas) de los cubos de mango (*mangifera indica l*) variedad Kent, almacenadas en refrigeración.

Esta investigación tiene como objetivos generales, determinar el efecto de un recubrimiento comestible de base de goma de tara (*caesalpinia spinosa*) y gel de sábila (*aloe barbadensis miller*) sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas en cubos de mango (*mangifera indica l*) variedad Kent, almacenadas en refrigeración. Y como objetivos específicos: Elaborar el recubrimiento a diferentes concentraciones de goma de caesalpinia spinosa (0.3%,0.6%,0.9%) y gel de aloe barbadensis (39.7%,39.4%,39.1%), evaluar el efecto del recubrimiento comestible sobre las características fisicoquímicas (°Brix, % de pérdida de peso, pH % acidez titulable y firmeza) de cubos de mango almacenados en refrigeración. Y por último evaluar el efecto del recubrimiento comestible sobre las características microbiológicas (psicrófilos aerobios) de cubos de mago almacenados en refrigeración.

## II. MÉTODO

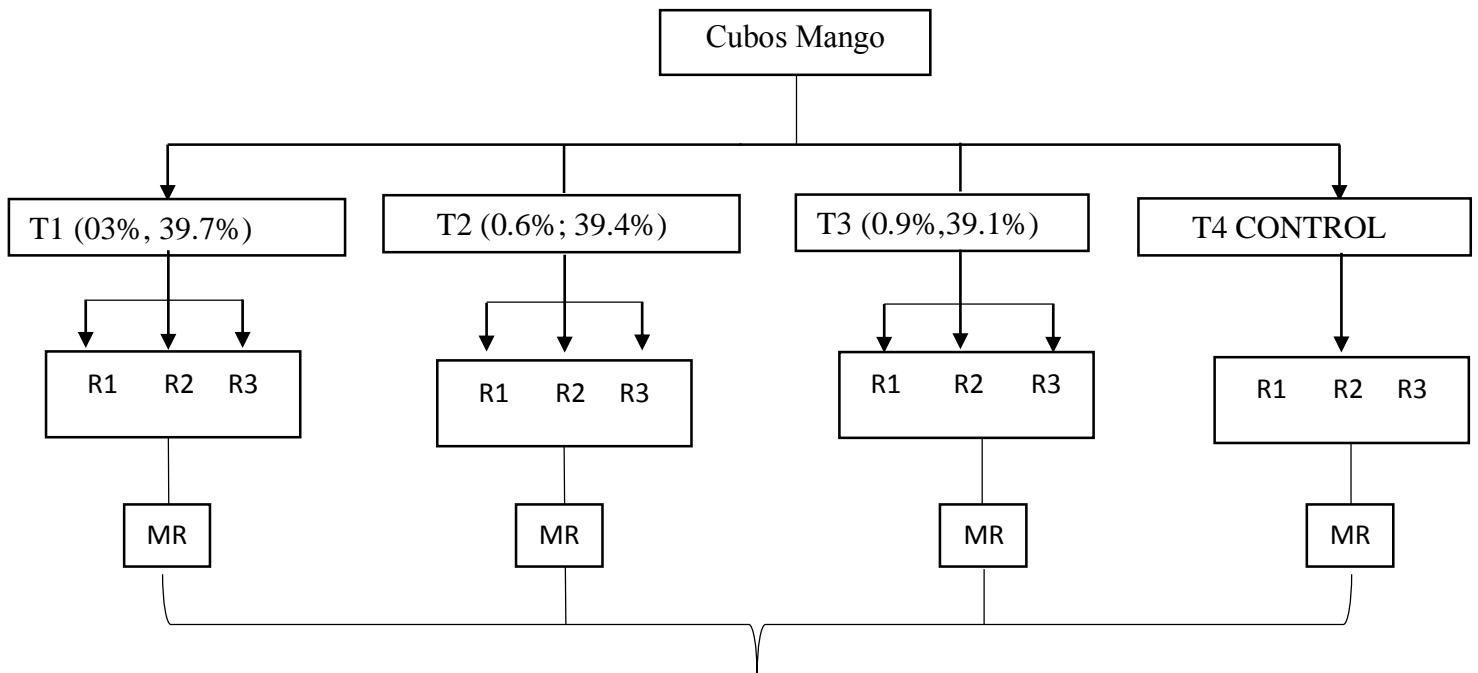
### 2.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación de acuerdo con su orientación es experimental.

El diseño para esta investigación es cuasi experimental al azar de 3x3 más una muestra control, cada una con tres repeticiones, el diseño contará con tres tratamientos a concentraciones de goma de caesalpinia spinosa (0.3%, 0.6%, 0.9%) y gel de aloe barbadensis (39.7%,39.4%,39.1%), para investigar sus efectos sobre la variable dependiente, fisicoquímicas y microbiológicas en cubos de mango (*mangifera indica l*) mínimamente procesados almacenados a temperatura de refrigeración.



## Diseño experimental



Determinar los cambios cada 2 días,  
durante su almacenamiento en 8 días:

- ✓ Físicoquímicas
- ✓ Microbiológicas

Físicoquímicas:

- °Brix
- % Pérdida de peso
- pH
- %Acidez titularle
- Firmeza

Microbiológicas:

- psicrófilos aerobios

- Leyenda
- CONTROL: Muestra control sin recubrimiento
- T: número de Tratamientos
- C: concentración de Goma de tara y gel de sábila.
- T1: GT y GS (03%, 39.7%)
- T2: GT y GS (0.6%; 39.4%)
- T3: GT Y GS (0.9%, 39.1%)
- T4C: muestra control
- R: número de repeticiones
- MR: Muestras con recubrimiento

2.2. Operacionalización de variables

VARIABLE DE ESTUDIO		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Diferentes concentraciones de goma de caesalpinia spinosa y aloe vera	Términos relacionados a diferentes cantidades para una solución.	Preparar tres tratamientos con diferente concentración de RC a base de goma de tara y sábila	Concentración: GT/ GS T1 (03%, 39.8%) T2= (0.6%; 39.6%) T3= (0.9%,39.4%)	C. nominal
	Característica fisicoquímica	Es necesario conocer las características técnicas rígidas modulares para discriminar la calidad de los productos	<b>°Brix</b> Cantidad de sólidos solubles Método 932.12 de la A.O.A.C. (2007).	porcentaje	C. razón
			<b>Pérdida de peso</b> peso inicial –peso en tiempo/ el peso final x100	porcentaje	C. razón
			<b>pH</b> usando un potenciómetro A.O.A.C. (2007).	Grado de pH. (0-14)	Cuantitativa de intervalo
			<b>Acidez titulable(%ac. total)</b> [(ml NaOH x meq ácido x vol. de dilución x Normalidad de NaOH)/(g o ml de muestra x ml de alícuota)] x 100	porcentaje	C. razón
		<b>FIRMEZA</b> Usando un texturómetro. fuerza máxima de penetración	gramos /fuerza kg/f	C. razón	
DEPENDIENTE	Características microbiológicas	Es el incremento ordenado de los microorganismos por división celular	Recuento Ufc/g Psicrófilos aerobios.	Conteo Ufc/g	Cuantitativa

### 2.3. Población, muestra y muestreo

Para el desarrollo de esta investigación, la materia prima fue procedente del distrito de Laredo, con un índice de madurez de 15°brix/ 4% de acidez.

La población estuvo conformada por 8 kg de mango (*mangifera indica l*) de la variedad Kent.

La muestra estuvo conformada por 16 cubos de mango por cada tratamiento, se obtuvo 48 muestras con recubierta comestible y 16 cubitos de la muestra control sin recubrir, todas las muestras fueron almacenadas a 5°C, para su posterior análisis durante 8 días.

Se realizó un muestreo completamente aleatorio con tres repeticiones por cada tratamiento.

### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica empleada para el desarrollo de esta investigación fue a través de observación directa y/o cálculo.

- Determinación °Brix: Se utilizó el método 932.12. De la A.O.A.C (2007). Determina el monto de sólidos solubles totales presentes en los cubos de mango, mediante el refractómetro. Anexo 4
- Determinación % Pérdida de peso: Las pérdidas de peso fueron expresadas por diferencia de peso en transcurso del tiempo de almacenado, referente al peso inicial, (RAMÍREZ, y otros, 2013) Anexo 5
- Determinar PH: Se usó un potenciómetro de vidrio mediante SI.ANALYTICS. el método 981.12 de la A.O.A.C (2007). Anexo 6
- Determinación de %Acidez Titulable: Método de titulación en hidróxido de sodio (NaOH 0.01N) utilizando como indicador fenolftaleína. Método 942.15 de la A.O.A.C. (2007). Anexo 7
- Determinar Firmeza: Se utilizó un texturómetro MOD. TA.HD PLUS TEXTURE ANALYZER. Se analizó con una sonda plana, que representa en qué medida la sonda logra presionar hasta el centro medio de la fruta. Esta metodología es adaptada y citada por (RAMÍREZ, y otros, 2013). Anexo 8

- Determinación presencia microbiana: Para determinar la presencia de microorganismos psicrófilos aerobios siembra en placa con Agar (PCA) a 5°C. Recomendado por (Rico Rodriguez, y otros, 2015). Anexo

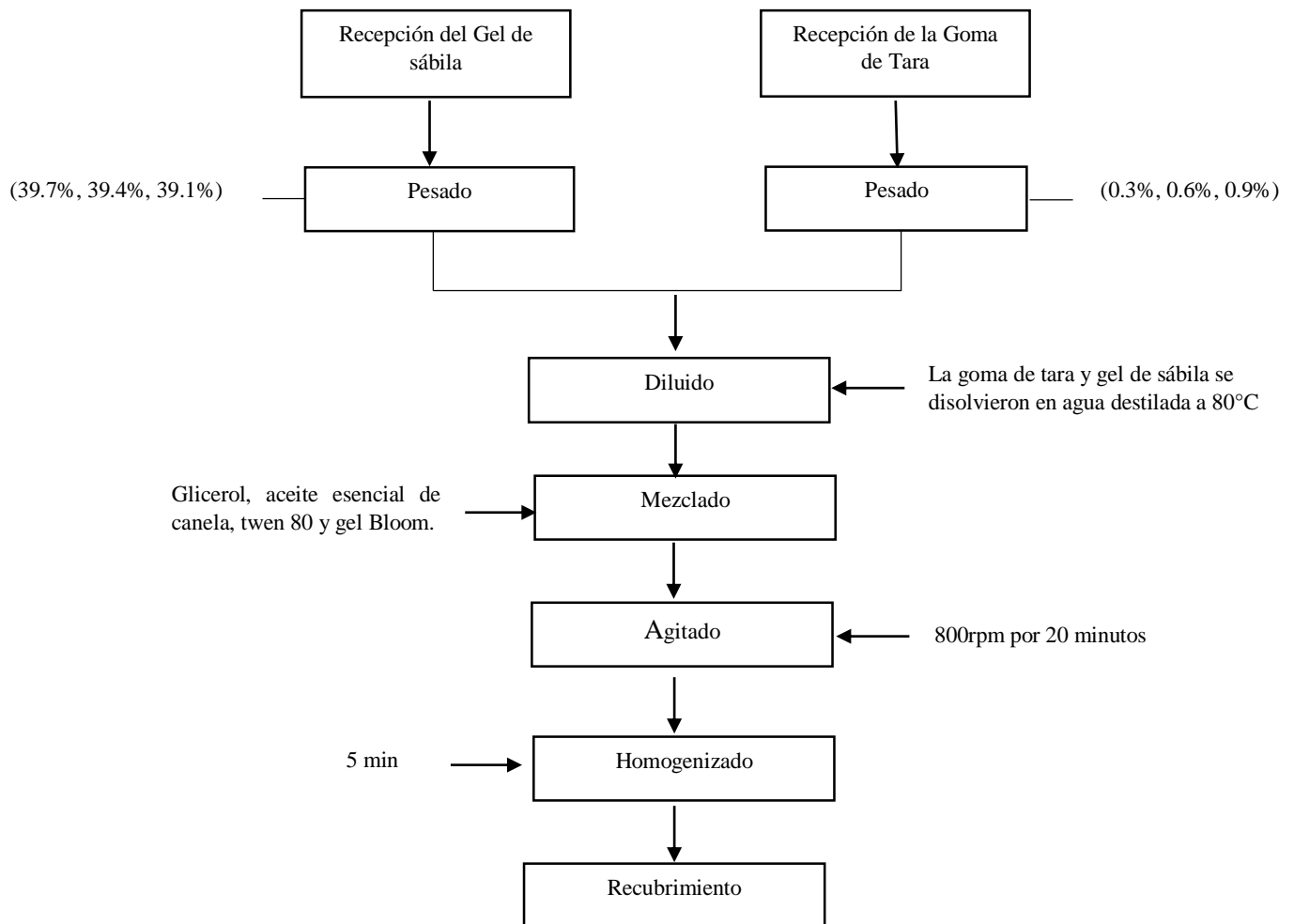
#### 2.4.2. Instrumento de recolección de datos

Para la recolección de datos de los valores de °Brix, % de pérdida de peso, pH, % de acidez titulable, firmeza y conteo de microorganismos psicrófilos, se utilizaron formatos de tablas y cuadros. Ver en el anexo 9.

#### 2.5. Procedimiento

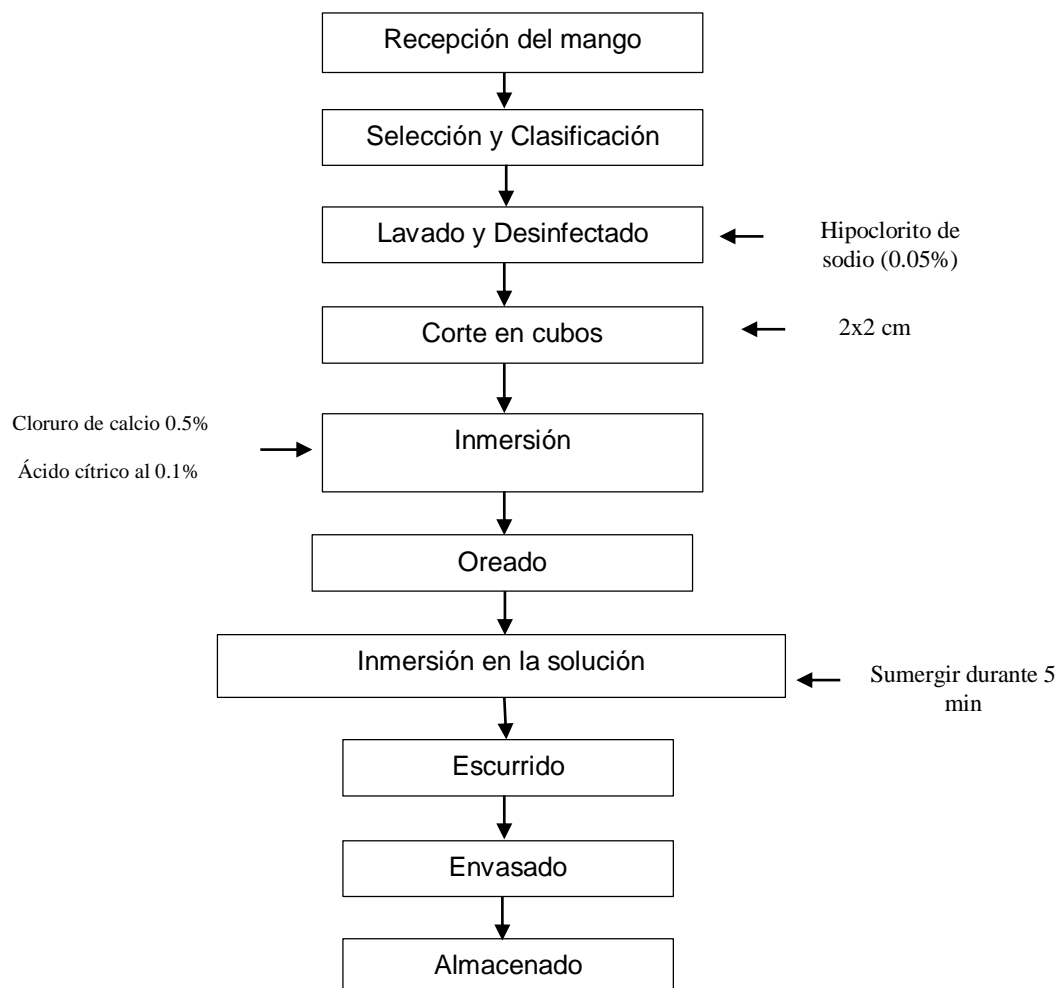
Para la obtención de gel mucilaginoso de sábila, se seleccionó las hojas de la planta procedente los cultivos del distrito de Laredo- Trujillo. Las mismas fueron seleccionadas y lavadas con hipoclorito de sodio (0.05ppm), luego se cortaron eliminando la piel externa, se extrajo el gel mucilaginoso y se añadió en un recipiente de plástico con 50% de agua destilada y se dejó en refrigeración por 24 horas para diluir el yodo. Pasado el tiempo, se realizó licuado previo, para cortar en pequeñas partes y facilitar su trituración en el ULTRATURRAX a 15.000 rpm x 10 min.

### Flujograma del proceso de elaboración del recubrimiento comestible



La goma de tara y el gel de sábila fueron pesados para los tres tratamientos a diferentes concentraciones de goma de tara al (0.3%, 0.6%, 0.9%) como agente espesante, gel de sábila (39.7%, 39.4%, 39.1%) como agente de adhesividad. En un vaso de precipitación de 250 ml se diluyó la goma de tara y el gel de sábila con agua destilada a una temperatura de 80°C, luego mezcló con glicerol al 2% para inferir plasticidad a la solución, aceite esencial de canela (0.1%) como agente antimicrobiano y tween 80 como emulsificante y gel Bloom 5% con propiedades de gelificación, luego se removió en el agitador magnético con calefacción a 800 rpm por 30 min a 90 °C, posteriormente la muestra se dejó homogeneizar por 5 min, mientras enfriaba la solución. Metodología adaptada según (Escalante, 2015).

Flujograma del proceso de aplicación del recubrimiento comestible sobre los cubos de mango, para luego ser almacenadas a temperatura de refrigeración (Escalante, 2015).



#### Descripción del proceso

- Recepción: El mango (*mangifera indica l*) variedad Kent, procedente distrito de Laredo, la materia prima fue trasladado hasta el lugar de ejecución en el laboratorio de la facultad de ingeniería ubicado en el centro poblado de Moche-Trujillo.
- Selección y Clasificación: Previamente se realizó una selección y clasificación de la materia prima, de acuerdo con su textura firme y sin defectos y de tamaño homogéneo, con un estado de madurez entre la constante de °Brix 15 y el 4% de acidez cítrico.

- Lavado y desinfección: El mango se desinfectó con hipoclorito de sodio (0.05%) ppm y se enjuagó con agua potable.
- Corte en cubos: Se cortó la pulpa de mango en cubos de 2 x 2 cm, de la variedad Kent.
- Inmersión: Esta operación mínimamente procesada, se realizó con el fin de disminuir el pardeamiento enzimático, luego fue sumergido en una solución de cloruro de calcio 0,5% y en ácido cítrico al 1,0% por un tiempo de 5 minutos.
- Oreado: Se dejó orear durante 5mn para quitar el exceso de solución.
- Inmersión en la solución de goma de tara y sábila: las muestras de mango fueron sumergidas en la solución de recubierta, por un tiempo de 5 minutos.
- Escurrido: Se dejó escurrir las muestras para quitar el exceso de recubrimiento por 5 min hasta lograr una cobertura homogénea.
- Envasado: Los cubos de mango fueron colocados en placas Petri.
- Almacenado: Las muestras fueron almacenadas a 5°C, por un periodo de tiempo de 8 días, para sus posteriores análisis.

#### 2.6. Métodos de análisis de datos

Para los resultados obtenidos (°Brix, % de pérdida de peso, pH, % Acidez titulable, firmeza) se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia nivel de  $p < 0.05$  aplicando la prueba de rango múltiples de Duncan la cual determina la diferencia entre tratamientos.

Análisis estadísticos: Todos los resultados fueron procesados por el software statgraphics centurión, con un nivel de confianza de 95% y para los gráficos se usó el Microsoft Excel 2016.

#### 2.7. Aspectos éticos

Para el desarrollo del proyecto se evaluó varios componentes, respetando la propiedad intelectual de cada autor citado, se adoptó buenas prácticas de manufactura al momento de la elaboración del proyecto garantizando la calidad del producto final y no se alteran los datos obtenidos en el proyecto de investigación.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Caracterización inicial del mango

En la tabla 1, se encuentran los análisis proximales iniciales de la materia prima (cubos de mango), se tomó con respecto al promedio y su desviación estándar.

Tabla 1. Características fisicoquímicas del mango variedad Kent.

Parámetros	Resultados
°Brix	15 ± 0.13
pH	3.5 ± 0.10
% Acidez total	4 ± 0.12

Elaboración propia

#### 3.2. Propiedades fisicoquímicas

##### 3.2.1. Determinación Contenido de sólidos solubles totales (°Brix)

En la tabla 2 podemos observar los valores obtenidos de °Brix de los cubos de mango almacenados en refrigeración, evaluados en los días 0, 2, 4 y 8 días.

Tabla 2. Contenido de sólidos solubles totales (°Brix)

Parámetros	Tiempo (Días)	Tratamientos			
		T1	T2	T3	T4C
°Brix	0	15.5 ±0.6	15.1 ±0.3	15.0 ±0.2	15.3±0.2
	2	15.7 ±0.9	15.3 ±0.3	15.2 ± 0.1	16.9 ±0.3
	4	16.0 ±1.0	16.0 ±0.2	15.9 ± 0.2	17.8 ± 0.4
	8	16.7±1.1	16.2 ±0.2	16.4 ± 0.5	18.7 ± 0.5

Elaboración propia

En la tabla 2 los °Brix inició con 15 y al octavo día presenta un constante incremento en todos los tratamientos. Para los Tratamientos con recubrimiento comestible goma de tara y gel de sábila, el tratamiento T1 (0.3%, 39.7%) 16.7 de °Brix, T2 (0.6%,39.4%) 16.2 °Brix, T3 (0.9%,39.01%) 16.4 °Brix. Y para el tratamiento control 18.7 °Brix. En el anexo 11 se aprecia el comportamiento de °Brix en los días de almacenamiento



Tabla 3. Análisis de varianza ANOVA para °Brix por tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	38.9883	3	12.9961	8.21	0.0002
Intra grupos	69.6183	44	1.58223		
Total (Corr.)	108.607	47			

La tabla 3. Se muestra el análisis estadístico de ANOVA, en donde podemos observar que la razón f es igual a 8.21377, el cual se obtiene de la división aproximada de los grupos presentados. Puesto que P en la prueba-F es menor que 0.05, se interpreta que existe una diferencia estadísticamente significativa del promedio de los °Brix entre un tratamiento y otro, con un nivel de confianza de 95%. Se realizó una prueba de múltiples rangos, para determinar cuál de las medias es significativamente de otras.

Tabla 4. Pruebas de Múltiple Rangos para °Brix por Tratamiento

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
3	12	15.625	X
2	12	15.65	X
1	12	15.9833	X
4	12	17.8083	X

Método: 95.0 porcentaje LSD

En la tabla 4 de pruebas de múltiples rangos, se identifica que existen dos grupos de tratamientos estadísticamente homogéneos, según la alineación de grupos X's. Por lo tanto, la diferencia significativa entre aquellos que no compartan una misma columna X, no existe. Es decir, los tratamientos 1, 2 y 3 son estadísticamente iguales. Para determinar entre qué pares de tratamientos existe diferencia, se realizó una comparación de medias.

Tabla 5. Comparación de medias

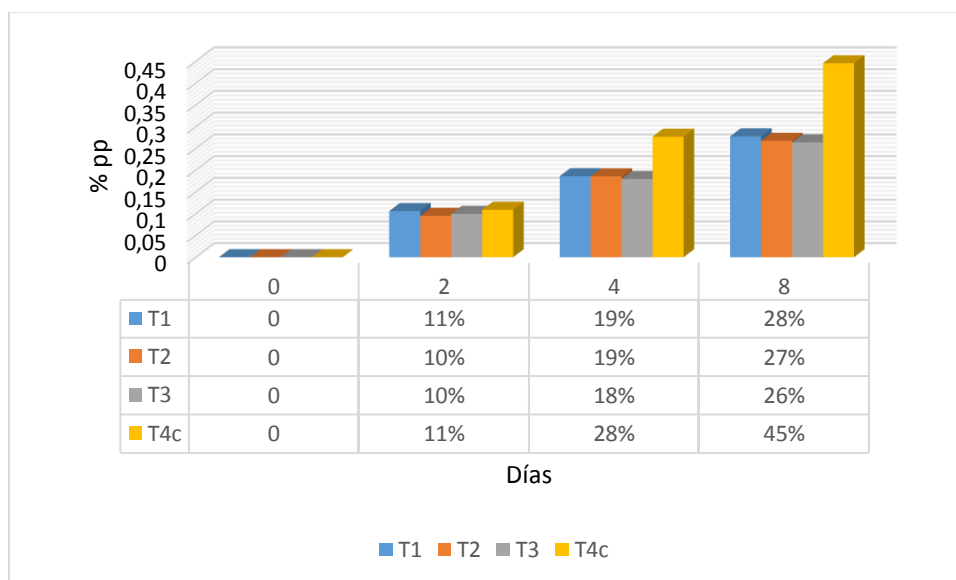
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1 – 2		0.333333	1.03494
1 – 3		0.358333	1.03494
1 – 4	*	-1.825	1.03494
2 – 3		0.025	1.03494
2 – 4	*	-2.15833	1.03494
3 – 4	*	-2.18333	1.03494

En la tabla 5 se observa la comparación de medias, la cual determina cuáles de las muestras son distintas entre ellas. El asterisco que se muestra junto a los pares resaltados en rojo, nos indica que dichas muestras son estadísticamente diferentes, con un nivel de confianza del 95%. Por ende, los únicos pares que presentan diferencia entre sí son los tratamientos (1,2), (2,4) y (3,4).

### 3.2.2 Determinación del % de pérdida de peso

En la figura 1. Se muestran los resultados del porcentaje de la pérdida de los cubos de mango, almacenados en refrigeración.

Figura 1. Resultados del % Pérdida de Peso



Elaboración propia

En la figura 1 se muestran los valores en porcentaje de la pérdida de peso, de los cubos de mango en el tiempo de almacenamiento, inicia en el día 0 con 18.5gr de muestra y se

evaluó la pérdida según esta medida, para el término de su almacenamiento en refrigeración, los tratamientos con recubrimiento de goma de tara y gel de sábila presentan menor % de pérdida de peso T1(28%), T2(27%), T3 (26%) a diferencia del tratamiento control muestra un 45% de pérdida de peso.

Tabla 6. Análisis de Varianza (ANOVA Multifactorial) para %PP

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A: PP. Tratamiento	579.772	3	193.257	8.59	0.0003
B: días	2681.91	2	1340.95	59.63	0.0000
RESIDUOS	674.619	30	22.4873		
TOTAL (CORREGIDO)	3936.3	35			

En la tabla 6. Se muestra un ANOVA multifactorial, para % PP, Puesto que 2 valores-P son menores que 0.05, es decir que los tratamientos con goma de tara y gel de sábila tienen un efecto estadísticamente significativo sobre % Pérdida de Peso con un 95.0% de nivel de confianza.

En la gráfica de Fisher del anexo 13 nos indica que los tratamientos 1, 2, 3 están entrelazados entre sí, con resultados similares; mientras que la muestra control difiere de los demás tratamientos. Para identificar en qué tratamientos hay diferencias, se realizó un análisis de múltiple rango o pruebas de Duncan.

Tabla 7. Pruebas de Múltiple Rangos para %PP por tratamiento

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
3	9	18.1444	1.58069	X
2	9	18.3	1.58069	X
1	9	19.0111	1.58069	X
4	9	27.7222	1.58069	X

En la tabla 7 de pruebas múltiples rangos, se han identificado 2 grupos estadísticamente homogéneos. Las X's alineadas indican similitud estadística. Es decir, los tratamientos 1, 2, 3 comparten la misma columna entre ellos no hay diferencia significativa la que difiere

es el tratamiento 4. Para confirmar las diferencias entre pares de tratamientos se procedió a realizar una prueba de comparación de medias.

Tabla 8. Comparación de medias

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1 - 2		0.711111	4.56538
1 - 3		0.866667	4.56538
1 - 4	*	-8.71111	4.56538
2 - 3		0.155556	4.56538
2 - 4	*	-9.42222	4.56538
3 - 4	*	-9.57778	4.56538

Como se observa en la tabla 8, el asterisco que se aprecia junto a los resultados resaltados en rojo, indica que existe una diferencia estadísticamente significativa con un nivel del 95.0% de confianza, estos son los tratamientos (1,4), (2,4) y (3,4), los cuales tienen recubrimiento, todos diferenciándose del tratamiento control. Esto se debe a que las muestras control tienen mayor pérdida de peso.

### 3.2.3 Determinación PH

En la tabla 9, se muestra los resultados obtenidos de PH de los cubos de mago de cada tratamiento almacenados en refrigeración.

Tabla 9. Resultados de valores de pH

<i>PARÁMETRO</i>	<i>TIEMPO</i> (Días)	<i>TRATAMIENTO</i>			
		<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4C</b>
<i>pH</i>	0	3.5 ±0.06	3.5±0.03	3.5±0.17	3.63±0.06
	2	3.5 ±0.02	3.6±0.05	3.6±0.08	3.66±0.01
	4	3.7 ±0.02	3.8±0.23	3.72±0.04	3.76±0.04
	8	3.7 ±0.06	3.7±0.06	3.72 ±0.04	3.85±0.05

Elaboración propia

En la tabla 9, se muestran los resultados de pH de las muestras de mango, la cual se mantienen constantes, para los tratamientos con recubrimiento de estos se mantienen pH desde 3.5 a 3.7 y para el tratamiento control pH de 3.6 a 3.8.

Tabla 10. Análisis de varianza ANOVA para pH por tratamiento.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.0954563	3	0.0318188	2.01	0.1267
Intra grupos	0.697242	44	0.0158464		
Total (Corr.)	0.792698	47			

En la tabla 10, se muestra el análisis de varianza simple de pH. La razón f, que en este caso es igual a 2.01, el valor p que es mayor que 0.05, nos indica que la media de pH es estadísticamente diferente entre un Tratamiento y otro. En el anexo 14 se muestra la diferencia de medias e identifica que entre el tratamiento control (T4) hay una leve diferencia estadística con el tratamiento 1.

#### 3.2.4. Determinación de % de acidez titulable

En la tabla 11 se muestra los resultados obtenidos del % de acidez, presente las muestras de mango almacenadas en refrigeración.

Tabla 11. Resultados de % acidez titulable

<i>PARÁMETRO</i>	<i>TIEMPO (Días)</i>	<i>TRATAMIENTO</i>			
		T1	T2	T3	T4C
% Acidez titulable	0	3.6 % ± 0.33	3.6% ± 0.37	3.7% ± 0.44	3.9 % ± 0.12
	2	3.34% ± 0.25	3.48 % ± 0.25	3.4 % ± 0.43	3.0 % ± 0.37
	4	3.20% ± 0.36	3.34% ± 0.44	3.1 % ± 0.12	2.13% ± 0.12
	8	2.92% ± 0.33	2.92% ± 0.33	2.8% ± 0.57	1.8 % ± 0.12

Elaboración propia

En la tabla 11, se muestran los resultados obtenidos del % de acidez, donde se observa una decreciente relación del % de acidez para todos los tratamientos, siendo el tratamiento control el que presentó mayor más disminución durante el período almacenamiento T4 (3.9%, 1.8%) y los tratamientos con recubrimiento de goma de tara y gel de sábila T1 (3.6%, 2.9%), T2 (3.65%, 2.9%) T3 (3.7%, 2.8%). la decreciente disminución se atribuye al proceso de maduración y las reacciones metabólicas de la fruta

Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA Multifactorial) para %Ac. Titulable.

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamiento	3.24881	3	1.08294	6.65	0.0009
B:Días	7.98514	3	2.66171	16.35	0.0000
RESIDUOS	6.67657	41	0.162843		
TOTAL (CORREGIDO)	17.9105	47			

En la tabla 12. Se observa el análisis de varianza multifactorial para % de acidez, la razón f es igual a 6.65 que es cociente estimado entre los grupos, valores P, para la prueba F es menor a 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media del % Ac. Titulable entre el nivel de un tratamiento de otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

Con la gráfica de Fisher LSD ver anexo 15. Se puede identificar que los tratamientos con recubrimiento están asociados entre sí, esto debido a la concentración de goma de tara y gel de sábila que genera un efecto de barrera ante la degradación de la fruta, mientras que el tratamiento control se degrada más rápido por ende el % de acidez disminuye. Para determinar en cuáles de los pares existe la diferencia, se realizó una prueba de múltiple rango prueba de Duncan.

Tabla 13 prueba de múltiple rango

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
4	12	2.68417	0.116492	X
3	12	3.25333	0.116492	X
1	12	3.25417	0.116492	X
2	12	3.33333	0.116492	X

En la tabla 13 de pruebas de múltiples rangos, se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación de grupos X's s. los tratamientos que comparten la misma columna, esto indica que no existe diferencias estadísticamente significativas entre ellos (T1, T2, T3) con un nivel de significancia del 95%. Para identificar qué tratamientos difieren se entres si, se realizó la comparación de medias ver el anexo 16. Donde se observa que hay tres tratamientos que difieren, así lo indica el asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares,

esto demuestra que el tratamiento control (T4) difieren estadísticamente significativas de los tratamientos con recubrimiento de goma de tara y gel de sábila (T1, T2, T3) con un nivel del 95.0% de confianza.

### 3.2.5. Determinación de textura: Firmeza

En la tabla 14. Se presentan los resultados obtenidos de textura: firmeza, de las muestras de mango, en los 3 tratamientos con concentraciones de goma de tara y gel de sábila, más un 1 tratamiento control almacenadas en refrigeración.

Tabla 14. Resultados de textura: firmeza

<i>Parámetro</i>	<i>Días</i>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4C</b>
FIRMEZA g/f	0	852.19±1.03	852.66±0.5	853.05±0.6	853.43±1.2
	2	755.17±0.74	756.25±1.05	757.43±1.1	650.23±0.5
	4	719.69±1.45	721.37± 0.53	721.56± 1.5	545.41±0.7 2
	8	680.04± 0.76	682.75±0.85	686.34±1.0	442.93± 0.75

Elaboración propia

En la tabla 14 se muestra que durante los días en observación hay una decreciente medida de firmeza para todos los tratamientos, siendo los tratamientos con recubrimiento los que presentan mayor requerimiento de g/f para atravesar la pared del fruto. T1 al octavo día requiere de 680.04 g/f, T2 682.75 g/f, T3 686.34 g/f y el T4 control presenta 442.93 g/f para atravesar la pared de los cubos de mango.

Tabla 15. Análisis de Varianza ANOVA para FIRMEZA

Fuente	Suma Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón- F	Valor-P
Efectos principales					
A:tratamientos	152635.	3	50878.4	29.06	0.0032
B:día	347918.	3	115973.	66.25	0.0000
Residuos	71774.8	41	1750.61		
Total (corregido)	572328.	47			

En la tabla 15 se muestra el análisis de varianza ANOVA multifactorial para firmeza. Los valores P son menores que 0.05 lo que determina que los factores influyen estadísticamente entre la media de firmeza con un 95.0% de nivel de confianza. Para

identificar en entre qué factores hay diferencias, se realizó un análisis de múltiple rango o pruebas de Duncan

Tabla 16. Prueba de Múltiples Rangos para firmeza.

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
4	12	622.999	12.0782	X
1	12	751.77	12.0782	X
2	12	753.258	12.0782	X
3	12	754.593	12.0782	X

En la tabla 16. Se logra identificar 3 muestras alineadas en X. Es decir, estas muestras con distinto tratamiento aplicado, no presentan diferencia estadísticamente significativa. Para identificar en qué pares de tratamientos hay diferencias significativas, se realizó una comparación de medias.

Tabla 17. Comparación de medias

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1 - 2		-1.48833	34.4963
1 - 3		-2.82333	34.4963
1 - 4	*	128.771	34.4963
2 - 3		-1.335	34.4963
2 - 4	*	130.259	34.4963
3 - 4	*	131.594	34.4963

\* indica una diferencia significativa.

Como se muestra en la tabla 17. Se observa que hay 3 pares que difieren, así lo indica el asterisco que se encuentra a su costado, estos pares son el tratamiento: T1 con el T4, el T2 con el T4 y el T3 con el T4. Por lo tanto, deducimos que entre los tratamientos con recubrimiento existe diferencia estadísticamente con el tratamiento sin recubrir con un nivel de confianza del 95.0%.



### 3.3. Análisis microbiológico

Para la contaminación de microorganismos psicrófilos aerobios en los cubos de mango en diferentes tratamientos, se observó que, durante el periodo de 8 días de almacenamiento en refrigeración a 5 °C., No se reportó crecimiento microbiano hasta el día 12 de almacenamiento.

En el anexo 17 se aprecia que el número de colonias para los tratamientos con recubrimiento de goma de tara y gel de sábila se reportó que para el día 12 menor a 30 colinas por debajo del límite permisible de cuantificación. Y para el tratamiento control reportó más de 200 colonias de microorganismos psicrófilos al finalizar su análisis.

## IV. DISCUSIONES

Una de las características principales del mango es su sabor dulce, esto es debido a la cantidad de sacarosa presente en el zumo de la fruta la cual determina los valores grados °Brix (Escalante, 2015). En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos del contenido de los sólidos solubles totales de los cubos de mango, donde se observa que dichos valores son constantes para los Tratamientos con recubrimiento comestible goma de tara y gel de sábila, al octavo día el tratamiento T1 (0.3%, 39.7%) 16.7 de °Brix, T2 (0.6%,39.4%) 16.2 °Brix, T3 (0.9%,39.01%) 16.4 °Brix, siendo el T4 el que presenta mayor incremento de 18.7 °Brix. Los resultados obtenidos concuerdan con lo encontrado por Estrada y Mesa (2015) en su investigación “efecto de recubrimientos protectores a base de almidón de yuca, pectina cítrica, sobre la calidad del mango en postcosecha”. Este incremento es debido al concentrado de los glúcidos o carbohidratos de la fruta durante los días de almacenamiento. Así mismo los resultados del análisis de varianza ANOVA muestran que hay diferencia significativa entre los tratamientos y días, indicando la influencia del recubrimiento comestible sobre el parámetro de los grados °Brix, con la prueba de rango múltiple o Duncan se identificó cuáles de las medias son significativamente diferentes de otras, el T4 difiere de los tratamientos T1, T2 y T3, favoreciendo el proceso de maduración.

En la figura 1 se observa los resultados del porcentaje de pérdida de peso de las muestras de cubos de mango. La influencia que ejerce la goma de tara y el gel de sábila sobre este parámetro es estadísticamente significativa, para todos los tratamientos. El tratamiento que pierde menos porcentaje de pérdida estimado es el T3 con 26% de pérdida de peso al octavo día, esto se debe a la mayor concentración de goma de tara 0.9% (valor que se encuentra dentro del rango estudiado), Cabello (2009) menciona que la goma de tara por su capacidad de fluido pseudo plástica, retiene gran cantidad de agua, disminuyendo la tasa de transpiración de la fruta. Similares resultados presentan Escalante (2015) en su estudio, “influencia de una capa alimenticia conformada por goma de tara sobre calidad de las fresas”, siendo el tratamiento óptimo el que pierde 16.7% con una concentración de goma de tara al 1%. Así mismo otros autores presentan disminución de % pop, tal como lo reporta Restrepo (2010) en su investigación “aplicación de un recubrimiento digerible de gel mucilaginoso de penca de sábila y cera carnauba en fresas (*fragaria ananases*)”, evidencia un 40 % pérdida de peso al séptimo y décimo días de almacenamiento a 5°C. A diferencia de la muestra blanco con un 58%, esto se debe a la acción de barrera que genera el gel sábila ante la difusión de vapor de agua.

En cuanto a los resultados del potencial de hidrógeno que se observa en la tabla 9 los valores de pH son relativamente similares y estadísticamente no existe diferencia significativa según la aplicación del ANOVA simple para pH. Resultados parecidos fueron reportados por Escalante (2015) donde los valores de pH no se vieron afectados por el recubrimiento de goma de tara sobre la calidad de fresas, por lo contrario García (2017) con su estudio “recubrimiento digerible natural con base en Aloe vera como forma de preservación de Pidió guajada”, muestra que los valores para este parámetro son progresivos siendo el tratamiento 7 con 4.27 mismo que le atribuye a la variedad de cada fruta.

En la tabla 11 podemos observar los resultados obtenidos del porcentaje de acidez titulable de los cubos de mango, para este parámetro los valores son decrecientes en los días de almacenamiento, siendo el tratamiento 4 control el que presenta mayor disminución de 1.8% de acidez, mientras para las muestras de mango con recubierta de goma de tara y gel de sábila se mantuvieron entre 3.9% a 2.7% de acidez; la disminución

de acidez se debe a la actividad enzimática en el ciclo del ácido cítrico (Pérez, y otros, 2004), resultados similares presenta García (2017) en su estudio “recubrimiento digerible natural con base en Aloe vera como estrategia de preservación de Pidió guajada”, que las muestras sin recubrir presentaron valores bajos de acidez 3%, a diferencia de las muestras con recubierta de gel de aloe vera que mantuvieron valores de 4.3%; otros autores atribuyen que la disminución de este parámetro se debe al proceso de maduración metabólica, la concentración de azúcares ocasionan la depreciación de sabor ácido del fruto (Estrada Mesa, y otros, 2015). El porcentaje de acidez está inversamente relacionado con el contenido de sólidos solubles totales.

La firmeza es un atributo fisiológico determinada por la fuerza de la pared celular, el contenido de agua, la densidad, la unión celular y la turgencia de la fruta (Martinez, y otros, 2008), por ello es importante tener mediciones de este parámetro, en la tabla 14 se muestra los resultados de firmeza de los cubos de mago, expresados en g/f, se observa que durante los días de almacenamiento hay una decreciente medida de firmeza para todos los tratamientos, siendo los tratamientos con recubrimiento de goma de tara y gel de sábila los que presentan mayor requerimiento de g/f para atravesar la pared del fruto, iniciando con 852g/f al término de almacenamiento requiere de 680.04 g/f, T2 682.75 g/f y T3 686.34 g/f, conservando mejor la firmeza en un 26% que el tratamiento control, al octavo día requiere 442.93 g/f para atravesar la pared del fruto, generando una pérdida del 45% de firmeza. Esto se relaciona a la pérdida de peso, hidrólisis de carbohidratos, proceso de maduración, metabolismo, lo que genera ablandamiento de la pared celular (Segade, y otros, 2008), por ende, una pérdida de firmeza. Autores como Escalante (2015) “influencia de una capa alimenticia conformada por goma de tara sobre calidad de las fresas” reportó que los tratamientos con mayor concentración de goma de tara conserva mejor la firmeza de las fresas ejerciendo una firmeza de 498.70 g/f al término del tiempo de almacenamiento, así mismo Pavón (2015) en su investigación “efecto de recubrimientos comestibles compuestos a base de goma tara en la calidad post cosecha de frutilla”, reportó que al 8 día de almacenamiento que las frutillas con recubrimiento R1 y R2 presta un 22% mayor que las frutillas control. Por otro lado, García (2017) en su trabajo de investigación “recubrimiento digerible natural de aloe vera como estrategia de preservación de Pidió guajada” indicó que a los 10 días de almacenamiento las muestras recubiertas presentaron mayor firmeza 850 gf a diferencia de las muestras sin

recubrir la firmeza disminuyó a 390 gf, señala que hubo ablandamiento por la migración de vapor de agua. Resultados adversos muestra Estrada (2015) que trabajó con almidón de yuca y pectina cítrica y analizo “efecto de recubrimiento sobre la calidad de mango criollo en postcosecha”, reportó que no existe diferencia significativa de firmeza sobre los tratamientos con recubrimiento y las muestras control, estos presentan una disminución continua de firmeza de 54% y 47 % durante los días de evaluación. Señaló que se debe a que las protopectinas insolubles se degradan convirtiéndose en pectinas solubles. En el cuadro 9 se muestra la relación directa que tiene el % de pérdida de pesos sobre el porcentaje de pérdida de firmeza.

En el análisis microbiológico, para determinar presencia de microorganismo psicrófilos aerobios en los cubos de mango durante los 8 días de almacenamiento bajo condiciones de refrigeración a 5°C., No se reportó presencia de psicrófilos hasta el día 12 de almacenamiento. Esto se atribuye al contenido de aloína que posee la sábila, tal como lo menciona Eduardo (2014) en su investigación de un recubrimiento comestible a base de gel de sábila aplicado a la conservación de carambola mínimamente procesado, así mismo Rodríguez (2015) reportó que en su estudio de investigación de recubrimiento digerible a base quitosano y aceites esenciales en mango mínimamente procesado, no hubo presencia de microorganismos psicrófilos y presenta menor actividad fungicida; el aceite esencial de canela también juega un papel importante como agente antimicrobiano el cual se incorporó a la misma concentración (1%) para todos los tratamientos. Por lo tanto, al no presentarse contaminación por microorganismo psicrófilos, los cubos de mangos están inocuos y en óptimas condiciones para ser consumidas durante el tiempo de almacenamiento.

## V. CONCLUSIÓN

Se determinó diferencia significativa del efecto de un recubrimiento comestible a base de goma de tara (*caesalpinia spinosa*) y gel de sábila (*aloe barbadensis miller*) sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas en cubos de mango (*mangifera indica l*) variedad Kent, almacenadas en refrigeración. Y se revalidó con el análisis de varianza ANOVA Multifactorial y la prueba de múltiples rangos o prueba de Duncan.

Se logró elaborar el recubrimiento a diferentes concentraciones de goma de tara (*caesalpinia spinosa*) a 0.3%, 0.6%, 0.9% y gel de sábila (*aloe barbadensis miller*) a 39.7%, 39.4%, 39.1%.

Se logró evaluar el efecto del recubrimiento sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas, la goma de tara y el gel de sábila por su carácter hidrofílico, actúan como una barrera a la transferencia de agua, retrasando la deshidratación de los cubos de mango, prolongando la pérdida de peso, firmeza y acidez titulable y mantienen los °Brix y pH durante el periodo de almacenamiento.

Se logró evaluar el efecto del recubrimiento comestible sobre las características microbiológicas, para este parámetro no se reportó crecimiento de microorganismos psicrófilos aerobios, hasta el día 12, manteniendo cubos de mango inocuos durante los 8 días de almacenamiento.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda evaluar parámetros de humedad y transferencia de agua para extender nuestros resultados y evaluar el efecto del recubrimiento sobre estos parámetros.

Se recomienda hacer más de 5 repeticiones por tratamiento, para generar mayores datos por lo consiguiente tener resultados precisos.

Se recomienda almacenar las muestras, por un tiempo prolongado mayor a 20 días como máximo para evaluar el tiempo de vida útil de las muestras con recubrimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Ampuero, Nevenka., diaz, luis. 2005.** *scielo*. [Online] diciembre 2005. [Cited: octubre 7, 2019.] [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182005000300005](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182005000300005).

**Artés, F and Allende, A. 2005.** *Minimal fresh processing of vegetables, fruits and juices. D, Sun. Emerging technologies for food processing.* California : s.n., 2005.

**Baldwin, E and Hagenmaeir, R. 2012.** Edible coatings and films to improve food quality. [compl.] A VELASQUEZ MOREIRA and J GUERRERO BELTRAN. 2012. 2014.

**Cabello, I. 2009.** Monografía para el cultivo de la tara *Caesalpinia Spinosa*. . *La molina*. [Online] 2009. [Cited: septiembre 10, 2018.] [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgict55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2350300](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgict55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2350300).

**Cubero, N. 2002.** Aditivos alimentarios. *Tecnología de Alimentos*. Barcelona : Aedos S.A, 2002.

**Eduardo, Jenifer Estefany. 2014.** Evaluación del gel de sábila(*aloe vera*) como recubrimiento comestible y su aplicación en la conservación de carambola entera minimamente procesada. *repositorio.unap*. [Online] 2014. [Cited: octubre 06, 2018.] [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3551/Eduardo\\_Palomino\\_Jennifer\\_Estefany.PDF?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3551/Eduardo_Palomino_Jennifer_Estefany.PDF?sequence=1&isAllowed=y).

**Escalante, Ana Valquiria. 2015.** Aplicación de un recubrimiento comestible de goma de tara (*Caesalpinia spinosa molina kuntze*) sobre fresas (*Fragaria ananassa cv. aromas*) para prolongar su conservación. *repositorio.la molina*. [Online] 2015. [Cited: Octubre 6, 2018.] <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1854>.

**Estrada Mesa, Eliana María, Padilla Reyes, Fabio and Marquez Cardoso, Carlos Julio. 2015.** EFECTO DE RECUBRIMIENTOS PROTECTORES SOBRE LA CALIDAD DEL MANGO (*Mangifera indica L.*) EN POSCOSECHA. *SCIELO*. [Online] 2015. [Cited: octubre 12, 2018.] [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262015000100021&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262015000100021&lang=es).

**Estrada, María and Padilla Reyes, Fabio., et all. 2015.** Efectos de recubrimientos protectores sobre la calidad de mango ( *mangifera indica l*) en poscosecha. *scielo*. [Online] junio 2015. [Cited: octubre 03, 2018.] <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v18n1/v18n1a21.pdf>.

**Fernandez, Daybelis, Bautista, Silvia and Ocampo, Arturo. 2015.** Películas y recubrimientos: una lternativa de conservación. Cuba : s.n., 2015.

**García, George A, Salas, Carlos and Canales Torres, Heydi Gwendoline. 2017.** Recubrimiento comestible natural con base en *Aloe vera* como estrategia de conservación de *Psidium guajava*. *Udistrital*. [Online] 2017. [Cited: septiembre 10, 2018.] <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/11790>.

**GARCÍA, M., VENTOSA, M., Et all. 2011.** efecto de cobertura de alginato de sodio enriquecido con ole vera en la calidad de zanahoria minimamente procesada. . *revcitecall*. [Online] 2011.

[Cited: setiembre 05, 2018.]

<http://revcitecall.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/328/297>.

**GESTIÓN. 2018.** APEM: Perú es el tercer mayor exportador de mangos en el mundo. agosto 08, 2018.

**Hernandez Escobar, Alejandro and Estela Restrepo, Claudia., et all. 2013.** Aplicación de tratamiento térmico, recubrimiento comestible y baño químico como tratamientos poscosecha para la conservación de hortalizas mínimamente procesadas. [Online] 2013. [Cited: octubre 6, 2018.] [https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/40149](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/40149).

**InfoAgro. 2010.** cultivos de mango. 2010.

**J. antonio, F.L. 2015.** preparation and physical properties af goma de tara gum film reinforced with cellulose nanocrystals. *international journal of biological macromolecules*. 2015, pp. 309-319.

**Martinez R. Domingo., Guillen. F. 2014.** ALOE VERA GEL COMO RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN FRUTAS Y HORTALIZAS. [Online] 2014. [Cited: septiembre 05, 2018.] [https://www.researchgate.net/publication/237759886\\_Aloe\\_vera\\_GEL\\_COMO\\_RECUBRIMIEN\\_TO\\_COMESTIBLE\\_EN\\_FRUTAS\\_Y\\_HORTALIZAS](https://www.researchgate.net/publication/237759886_Aloe_vera_GEL_COMO_RECUBRIMIEN_TO_COMESTIBLE_EN_FRUTAS_Y_HORTALIZAS).

**Martinez, M, Rodriguez, J and H., Vaqura. 2008.** *Comparcion cualitavido de variedades de fresas*. Mexico : s.n., 2008.

**MINAGRI. 2016.** Mango, Perú un campo fértil para sus inversiones. 2016.

**Morales Reyes, Miguel. 2011.** Generalidades y aplicacion de peliculas y recubrimientos comestibles en la cadena hortifruticola. México : s.n., Abril 2011.

**Pavon vargas, Javier and valencia Chamorro, silvia. 2015.** Uso potencial de la goma de tara. [Online] 2015. [Cited: octubre 12, 2018.] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10482/1/CD-6202.pdf>.

**Pérez, B, et al. 2004.** *aplicacion de cera comestible en mango, efecto en las características fisicoquímicas durante almacenamiento*. 2004.

**RAMÍREZ, Jhon D, et al. 2013.** conservación de mora castilla mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de penca de sábila. *Redalyc*. [Online] noviembre 2013. [Cited: octubre 7, 2018.] <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169829162003.pdf>.

**Restrepo, Jorge and Aristazabal, Iván. 2010.** conservacion de la fresa (Fragaria x ananassa) mediante la aplicacion de recubrimiento comestibles e gel mucilaginoso de pensa de sábila y cera carnaúba. *Redalyc*. [Online] online, 2010. [Cited: septiembre 07, 2018.] <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169815641003>.

**Rico Rodriguez, Fabio, Gutierrez, carolina and Días Moreno, consuelo. 2015.** Influencia de recubrimientos de quitosano con aceites esenciales de cítricos sobre la vida útil de mango (Mangifera indica L.) mínimamente procesado. *SCIELO*. [Online] 2015. [Cited: septiembre 03, 2018.] [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-28472015000200009&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472015000200009&lng=es&nrm=iso&tlng=en).

**Segade, S and Rolle, I. 2008.** *Evaluacion fenolica de la piel de uva mediante analisis de textura*. 2008.



**Torres, Cristina and Martin Reyes, Pedro. 2012.** Evaluación de la vida útil de mango Tommy Atkins ligeramente procesado y pre tratado con recubrimiento comestible. [Online] 2012. [Cited: septiembre 07, 2018.] <http://bdigital.unal.edu.co/38552/1/41454-187342-2-PB.pdf>.

**Valencia Chamorro, Silvia and Vargas Darío, Pavón. 2016.** Efecto de un recubrimiento comestible compuestos a base de goma de tara en la calidad de poscosecha de frutilla (fragaria ananassa). *Redalyc*. [Online] 2016. [Cited: septiembre 08, 2018.] <https://www.redalyc.org/jatsRepo/813/81346341009/index.html>.

**Valero, Daniel. 2018.** Frutas y hortalizas mínimamente procesadas o de IV Gama: cambios en los compuestos bioactivos. *interempresas*. mayo 05, 2018.

**Vega, antonio and Ampuero, Nevenka. 2005.** Aloe vera como componente de alimentos funcionales. *scielo.concyt*. [Online] online, 2005. [Cited: septiembre 21, 2018.] [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182005000300005](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182005000300005).

## ANEXOS

### *Anexo 1. Composición de la goma de (Caesalpinia Spinosa)*

Característica	Cantidad
Humedad	Máx. 15,0 %
Proteína	Máx. 3,5 %
Cenizas	Máx. 1,5 %
Fibra	Máx. 1,15%
Grasa	Máx. 0,75 %
Insolubles en ácido	Máx. 2,0 %
pH	5,5
Densidad	0,69 g/mL
Viscosidad a 20 °C (solución 1 %)	5,0 a 6,8 Pa·s
Plomo	Máx. 5 ppm
Arsénico	Máx. 3 ppm
Mercurio	Máx. 1 ppm
Cadmio	Máx. 1 ppm

Fuente: (Cabello, 2009; Villanueva, 2007 y Vargas, 2015)

### *Anexo 2. Composición nutricional de la pulpa de mango.*

<i>Composición nutrimental promedio de pulpa de mango (x100g)</i>							
<i>Macronutrientes (g)</i>		<i>Minerales (mg)</i>		<i>Vitaminas (mg)</i>			
Agua	83.5	Ca	11	AA	36.4	A (EqR)	54
Proteína	0.8	Fe	0.16	Tiamina	0.03	A (IU)	1082
Grasa	0.4	Mg	10	Riboflavina	0.04	E	0.9
CHOS	15.0	P	14	Niacina	0.67	K (µg)	4.2
Fibra	1.6	K	168	B6	0.12	D (µg)	0
Azúcares	13.7	Na	1	Folatos (µg)	43	B12 (µg)	0
Energía (Kcal)	60	Zn	0.09				

Fuente (Mangos, Raw: 09176); Carbohidratos (CHOS)

### **Anexo 3. Gráfico de exportaciones de mango fresco en los periodos.**



Fuente: Minagri, recuperado de Sunat

### **Anexo 4. Determinación de °Brix**

Se tomó 5 gr de jugo de cada muestra y se colocó una gota en el lente del refractómetro y registró el valor observado, que se expresa en la cantidad de sólidos solubles totales presentes en las muestras de mango.

### **Anexo 5. Determinación de % Pérdida de peso**

La pérdida de peso fue expresada por gravimétrica, durante el tiempo de almacenamiento, se anotó el peso inicial y respecto a este se registró la pérdida de peso en el tiempo de almacenamiento de las muestras de mango.

$$\% \text{ Pérdida de peso} = \frac{P_i - P_t}{P_F} \times 100$$

### **Anexo 6. Metodología para determinar pH**

Se tomó 10 g de muestra en un vaso de precipitación de 30 ml, en el cual se introdujo el electrodo del pH metro y se realizó 3 lecturas promedio.

### ***Anexo 7. Determinación de %Acidez Titulable.***

La acidez titulable, se tomó 20 gr de muestra de mango y se diluyó en 200ml de agua destilada. Posteriormente se filtró al vacío, del cual se tomó 30 ml de alícuota. Luego se tituló con hidróxido de sodio (NaOH 0.01N), con tres 3 gotas de fenolftaleína. Se anotó el gasto de NaOH, la cantidad necesaria para lograr la reacción de color rosácea.

El cálculo del porcentaje de acidez titulable se realizó mediante la ecuación.

$$\% \text{ de Ac. titulable} = \frac{(ml \text{ NaOH})(N)(Meq)(Vol. \text{ dilución})}{(gr \text{ muestra})(ml \text{ alícuota})} \times 100$$

### ***Anexo 8. Determinación de firmeza***

Se determinó mediante un analizador de textura (texturómetro) MOD. TA. HD PLUS TEXTURE ANALYZER. Con una sonda plana, que representa en qué medida la sonda logra presionar hasta el centro medio de la fruta. Esta metodología es adaptada y citada por (RAMÍREZ, y otros, 2013)

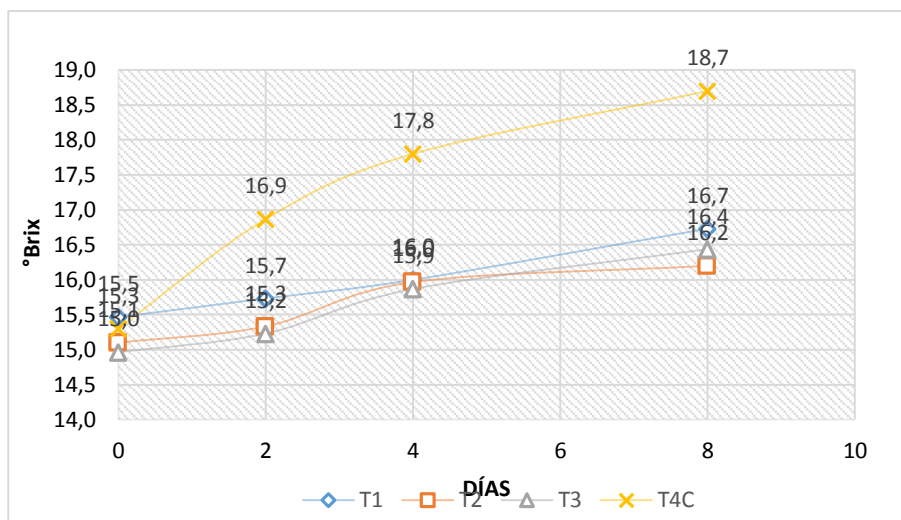
### ***Anexo 9. Determinación presencia microbiana***

Se esterilizó el material vidrio pipetas y placas en la estufa a 180°C por una 1 hora. Los matraces con 90ml de agua peptonada y los tubos con 9 ml con el medio nutritivo, fueron esterilizados en autoclave a 121°C por 15 min. Luego se tomó 10 g de muestra en 90ml de agua peptonada, del cual se realizó disgregaciones  $10^1$ ,  $10^2$  y  $10^3$  puestas en tubitos de ensayo y se realizó la siembra en placas, Se cuantificó la apariencia de psicrófilos aerobios con agar PCA. Metodología recomendada por (Rico Rodriguez, y otros, 2015)

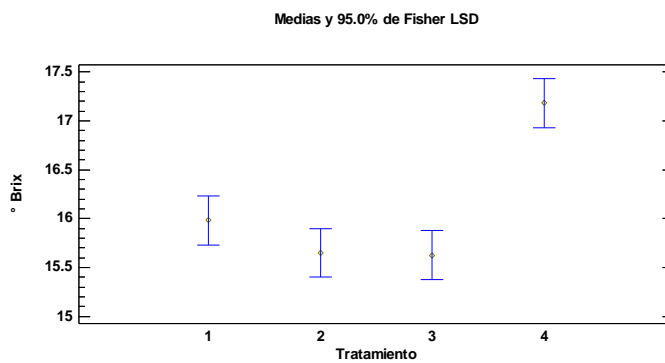
**Anexo 10. Formato de recolección de datos**

Tratamiento	Parámetro							
	peso de la muestra	día 0	2 días	%	4 días	%	8 días	%
Rep.1								
Rep. 2								
Rep.3								
promedio								

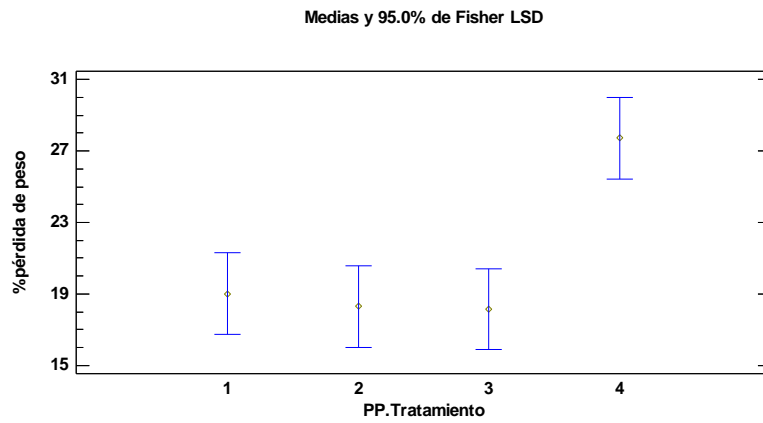
**Anexo 11. Gráfica de comportamiento (°Brix)**



**Anexo 12. Figura de medias y 95% de Fisher LSD para °Brix**



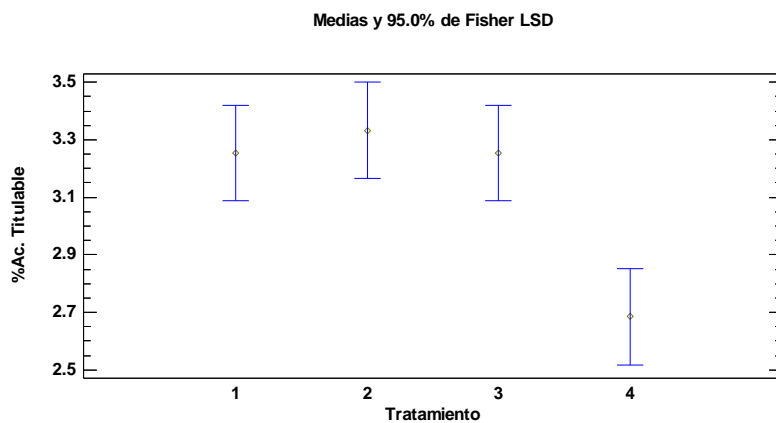
**Anexo 13. Figura de medias y 95% de Fisher LSD para % PP**



**Anexo 14. Comparación de medias para pH**

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1 - 2		-0.0175	0.103573
1 - 3		-0.025	0.103573
1 - 4	*	<b>-0.115</b>	0.103573
2 - 3		-0.0075	0.103573
2 - 4		-0.0975	0.103573
3 - 4		-0.09	0.103573

**Anexo 15. Figura de medias y 95% de Fisher LSD para % Ac. Titulable**



**Anexo 16. Cuadro de medias para %Ac. Titulable**

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2		-0.0791667	0.332708
1 - 3		0.000833333	0.332708
1 - 4	*	0.57	0.332708
2 - 3		0.08	0.332708
2 - 4	*	0.649167	0.332708
3 - 4	*	0.569167	0.332708

**Anexo 17. Conteo de Ufc/gr *M. psicrofilos***

	Ufc/gr				
<i>Día</i>	<i>diluciones</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>
<i>Día 12</i>	0.10	16.00	15.00	12.00	23.00
	0.01	12.00	11.00	6.00	16.00
	0.001	4.00	5.00	4.00	11.00
<i>Día 14</i>	0.10	28.00	30.00	30.00	120.00
	0.01	17.00	12.00	16.00	75.00
	0.001	11.00	9.00	9.00	42.00
<i>Día 18</i>	0.10	91.00	87.00	84.00	204.00
	0.01	58.00	52.00	42.00	162.00
	0.001	30.00	25.00	23.00	130.00

**Anexo 18. Relación del % pp y % de pérdida de peso**

<i>Tratamiento</i>	<i>Días</i>	<i>% pérdida de peso</i>	<i>% pérdida firmeza</i>
<i>T1</i>	2	11%	11%
	4	19%	16%
	8	<b>28%</b>	<b>20%</b>
<i>T2</i>	2	10%	11%
	4	19%	15%
	8	<b>27%</b>	<b>20%</b>
<i>T3</i>	2	10%	11%
	4	18%	15%
	8	<b>26%</b>	<b>20%</b>
<i>T4C</i>	2	11%	24%
	4	28%	36%
	8	<b>45%</b>	<b>48%</b>

Elaboración propia

En la tabla 18. Se puede observar la relación que existe entre el porcentaje de pérdida peso y % pérdida de firmeza de los tratamientos con recubrimiento y el tratamiento control. Siendo el T4 al octavo día de almacenamiento el que pierde mayor peso en un



45%. La cual hace que la textura de los cubos de mango sea más flexible, por ende, que requiere de menos fuerza para lograr penetrar la pared del fruto, ya que perdió firmeza en 48%. Lo mismo sucede para los T1, T2, T3, pero en menor proporción.

**Anexo 18. Datos de los parámetros evaluados.**

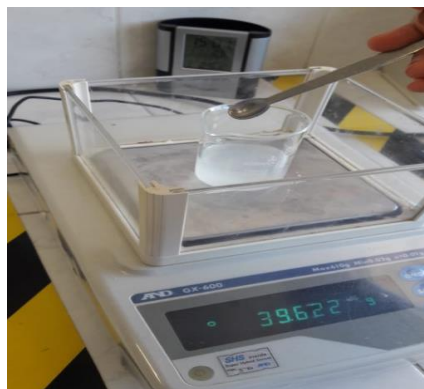
PARÁMETRO	TIEMPO (Días)	TRATAMIENTO			
		T1	T2	T3	T4C
% pérdida de peso	0	0.00 % ± 0.00	0.00% ± 0.0	0.00% ± 0.0	0.00% ± 0.0
	2	10.61 % ± 0.01	9.53% ± 0.1	9.96% ± 0.3	10.92% ± 0.05
	4	18.63% ± 0.02	18.59% ± 0.2	18.0% ± 0.02	27.72 ± 0.04
	8	27.79% ± 0.9	26.77% ± 0.4	26.4% ± 0.02	44.6% ± 0.04
°Brix	0	15.5 ± 0.6	15.1 ± 0.3	15.0 ± 0.2	15.3 ± 0.2
	2	15.7 ± 0.9	15.3 ± 0.3	15.2 ± 0.1	16.9 ± 0.3
	4	16.0 ± 1.0	16.0 ± 0.2	15.9 ± 0.2	17.8 ± 0.4
	8	16.7 ± 1.1	16.2 ± 0.2	16.4 ± 0.5	18.7 ± 0.5
pH	0	3.5 ± 0.06	3.5 ± 0.03	3.5 ± 0.17	3.63 ± 0.06
	2	3.5 ± 0.02	3.6 ± 0.05	3.62 ± 0.08	3.66 ± 0.01
	4	3.7 ± 0.02	3.8 ± 0.23	3.71 ± 0.04	3.76 ± 0.04
	8	3.7 ± 0.06	3.7 ± 0.06	3.72 ± 0.04	3.85 ± 0.05
% Acidez	0	3.6 % ± 0.33	3.6 ± 0.37	3.7 ± 0.44	3.9 ± 0.12
	2	3.3 ± 0.25	3.5 ± 0.25	3.4 ± 0.43	3.0 ± 0.37
	4	3.2 ± 0.36	3.3 ± 0.44	3.1 ± 0.12	2.13 ± 0.12
	8	2.9 ± 0.33	2.9 ± 0.33	2.8 ± 0.57	1.8 ± 0.12
Firmeza g/f	0	852.19 ± 1.03	852.66 ± 0.5	853.05 ± 0.6	853.43 ± 1.2
	2	755.17 ± 0.74	756.25 ± 1.05	757.43 ± 1.1	650.23 ± 0.5
	4	719.69 ± 1.45	721.37 ± 0.53	721.56 ± 1.5	545.41 ± 0.7
	8	680.04 ± 0.76	682.75 ± 0.85	686.34 ± 1.0	442.93 ± 0.75

Promedio y desviación estándar

*Anexo 20. Fotografías del proceso de aplicación del RC*



Recepción de materia y troceado de materia prima



Pesado de insumos



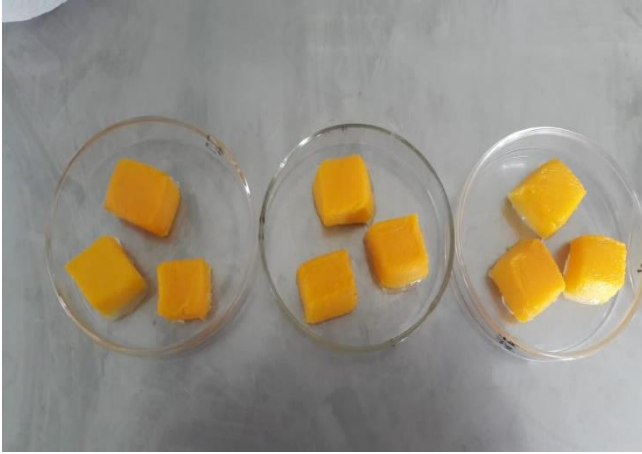
Inmersión de cubos de mango en la solución



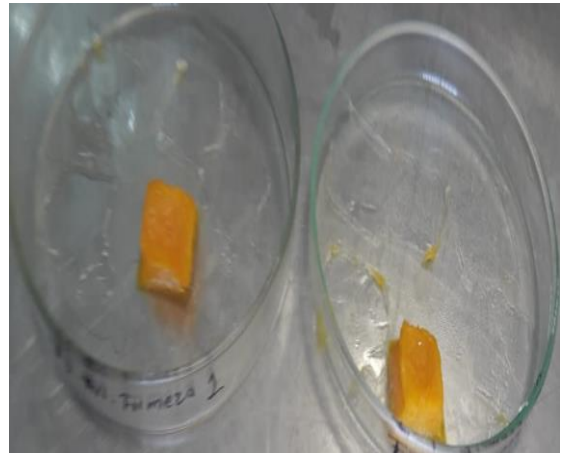
Cubos de mango con recubierta



Cubos de mango en refrigeración 5°C



Cubos de mango al 4to día refrigeración



Cubos de mango al 8vo día refrigeración

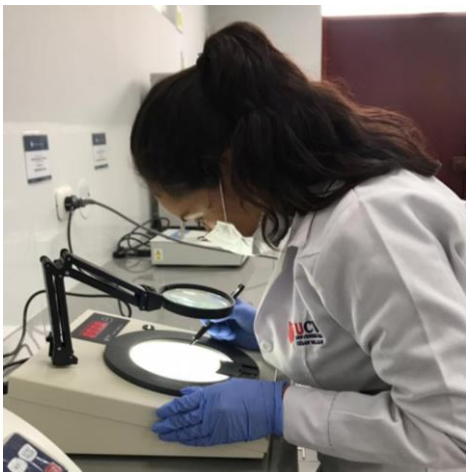
*Anexo 21. Fotografías del proceso de evaluación*



Análisis de firmeza



Análisis de pH



Conteo de colonias de M.  
Psicrófilos



Análisis Acidez titulable