

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**“ESTUDIO DEL EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO (*Eucalyptus glóbulos*), SOBRE LOS ATRIBUTOS FISICO-QUÍMICOS Y EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA PAPAYA ANDINA (*Carica pubescens*) MÍNIMAMENTE PROCESADA”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**GUSTAVO HERNAN MAMANI MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PUNO – PERÚ**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

“ESTUDIO DEL EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ACEITE  
ESENCIAL DE EUCALIPTO (*Eucalyptus glóbulos*), SOBRE LOS ATRIBUTOS FISICO-  
QUÍMICOS Y EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA PAPAYA ANDINA (*Carica pubescens*)  
MÍNIMAMENTE PROCESADA”

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

GUSTAVO HERNAN MAMANI MAMANI

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

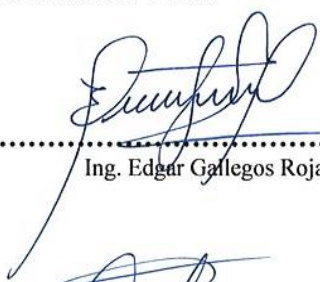
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

**APROBADA POR JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE**

:


.....

  
Ing. Edgar Gallegos Rojas

**PRIMER MIEMBRO**

:


.....

  
Ing. M. Sc. Marienela Calsin Cutimbo

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

.....

  
Ing. Whany Quispe Chambi

**DIRECTOR DE TESIS**

:

.....

  
Dr. Alejandro Coloma Paxi

**TEMA:** Propiedades Físicas y Estructurales

**ÁREA:** Ingeniería y Tecnología

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 07 DE JUNIO DEL 2019



## DEDICATORIA

*A Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.*

*A mi madre Guillermina por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor. A mi padre Bernardo por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.*

*A mis hermanos Jesús y Richar Milthon por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho; a mi compañera de vida Mily Noemi por su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.*

*A mis docentes de la universidad por inculcarme los diferentes conocimientos que me impartieron y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.*

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ciencias Agrarias en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, a los docentes por la formación profesional que recibimos en los años de permanencia en sus aulas.

A Dr. Alejandro Coloma Paxi docente de la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial por su orientación, sus consejos y ayuda invaluable en la realización del trabajo de investigación, quien confió en mí, con amor paciencia, comprensión y motivación.

A los Ing. Edgar Gallegos Rojas, Ing. M. Sc. Marienela Calsin Cutimbo y Ing. Whany Quispe Chambi docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por sus orientaciones, sus consejos, por su apoyo durante la revisión y corrección del presente trabajo de investigación.

Al personal administrativo, por las facilidades brindadas en los Laboratorios, bibliotecas para la ejecución del presente trabajo.

Finalmente agradezco a toda mi familia por los ánimos y el apoyo que siempre me dieron; y todas las personas que directa o indirectamente me apoyaron en la realización de mi trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	12
ABSTRACT.....	13
I. INTRODUCCIÓN.....	14
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	16
2.1    PAPAYA ANDINA ( <i>Carica pubescens</i> ).....	16
2.1.1    CLASIFICACION TAXONOMICA .....	16
2.1.2    DESCRIPCIÓN DE LA PAPAYA ANDINA .....	17
2.1.3    VALOR NUTRICIONAL DE LA PAPAYA .....	17
2.1.4    USOS Y APLICACIONES .....	18
2.2    EUCALIPTO .....	20
2.2.1    TAXONOMÍA DEL <i>Eucalyptus Globulus</i> . .....	20
2.6.2    COMPOSICIÓN QUÍMICA .....	21
2.6.3    ACEITE ESENCIAL.....	21
2.2.4    ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO .....	22
2.2.5    COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO. ....	22
2.2.6    PRINCIPALES USOS DE LOS ACEITES ESENCIALES .....	24
2.3    CMC.....	25
2.4    GLICEROL.....	26
2.5    TWEEN 80.....	26
2.6    RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES .....	27
2.6.1    CARACTERÍSTICAS.....	28
2.6.2    PROPIEDADES FUNCIONALES .....	29
2.6.3    MÉTODOS DE APLICACIÓN .....	30
2.6.4    TIPOS DE RECUBRIMIENTOS.....	31
2.7    VIDA UTIL .....	32
2.7.1    MÉTODOS PARA LA PREDICCIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL .....	32

2.7.2 DETERMINACIÓN DE LA CINÉTICA DE DETERIORO .....	33
2.7.3 MEDIDAS DE ALMACENAMIENTO DEL FRUTO.....	36
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	37
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	37
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL .....	37
3.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS.....	37
3.3.1. EQUIPOS.....	37
3.3.2. MATERIALES .....	37
3.3.3. REACTIVOS E INSUMOS .....	38
3.3.4. OTROS MATERIALES.....	38
3.4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	38
A. ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE.....	40
B. PREPARACIÓN DE LA PAPAYA ANDINA MÍNIMAMENTE PROCESADA .....	40
C. EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE LA PAPAYA ANDINA MÍNIMAMENTE PROCESADA .....	41
D. EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS FÍSICOS.....	42
E. REACCIÓN CINÉTICA BÁSICA PARA DETERMINAR LA PERDIDA DE LA CALIDAD DE LOS ALIMENTOS .....	43
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS .....	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	45
4.1 DETERMINACIÓN DE LOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA PAPAYA ANDINA MÍNIMAMENTE PROCESADA CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO.....	45
4.2 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA PAPAYA ANDINA MÍNIMAMENTE PROCESADA CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO ...	64
V. CONCLUSIONES .....	65



VI. RECOMENDACIONES .....	66
VII. REFERENCIAS .....	67
ANEXOS .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo de la metodología experimental. ....	39
<b>Figura 2.</b> Evolución del pH evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C. ....	46
<b>Figura 3.</b> Evolución de la acidez evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C. ....	48
<b>Figura 4.</b> Evolución de los sólidos solubles evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C. ....	50
<b>Figura 5.</b> Evolución del parámetro L* evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C. ....	52
<b>Figura 6.</b> Evolución del parámetro b* evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C. ....	54
<b>Figura 7.</b> Evolución del parámetro a* evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C. ....	56
<b>Figura 8.</b> Evolución del Delta de E evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C. ....	57
<b>Figura 9.</b> Evolución de la firmeza evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C. ....	60
<b>Figura 10.</b> Evolución de pérdida de peso en la papaya andina sin recubrimiento (T0) y papaya andina con recubriendo a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C. ....	62



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición de la papaya andina ( <i>Carica pubescens</i> ) y papaya tropical ( <i>Carica papaya</i> ).....	18
<b>Tabla 2.</b> Clasificación taxonómica del eucalipto .....	20
<b>Tabla 3.</b> Composición porcentual de terpenos en aceites esenciales de hojas adultas y juveniles de <i>Eucalyptus globulus</i> .....	23
<b>Tabla 4.</b> Formulaciones de los recubrimientos comestibles. ....	40
<b>Tabla 5.</b> Diferencia de color del sistema CIELAB y grado de percepción.....	58
<b>Tabla 6.</b> Valores de k y tiempo de vida útil para la papaya andina en función al pH....	64
<b>Tabla 7.</b> ANVA de pH de la papaya andina mínimamente procesada.....	75
<b>Tabla 8.</b> Prueba de comparación Duncan para el pH de la papaya andina mínimamente procesada.....	75
<b>Tabla 9.</b> ANVA de acidez de la papaya andina mínimamente procesada .....	76
<b>Tabla 10.</b> Prueba de comparación Duncan para la acidez de la papaya andina mínimamente procesada.....	76
<b>Tabla 11.</b> ANVA de sólidos solubles de la papaya andina mínimamente procesada ....	77
<b>Tabla 12.</b> Prueba de comparación Duncan para los sólidos solubles de la papaya andina mínimamente procesada .....	77
<b>Tabla 13.</b> ANVA de color parámetro L* de la papaya andina mínimamente procesada.....	78
<b>Tabla 14.</b> Prueba de comparación Duncan para color parámetro L* de la papaya andina mínimamente procesada .....	78
<b>Tabla 15.</b> ANVA de color parámetro b* de la papaya andina mínimamente procesada.....	78
<b>Tabla 16.</b> Prueba de comparación Duncan para color parámetro b* de la papaya andina mínimamente procesada .....	79
<b>Tabla 17.</b> ANVA de color parámetro a* de la papaya andina mínimamente procesada.....	79
<b>Tabla 18.</b> Prueba de comparación Duncan para color parámetro a* de la papaya andina mínimamente procesada .....	79
<b>Tabla 19.</b> ANVA de color parámetro $\Delta E$ de la papaya andina mínimamente procesada.....	80

<b>Tabla 20.</b> Prueba de comparación Duncan para color parámetro $\Delta E$ de la papaya andina mínimamente procesada .....	80
<b>Tabla 21.</b> ANVA de pérdida de peso de la papaya andina mínimamente procesada ....	81
<b>Tabla 22.</b> Prueba de comparación Duncan para la pérdida de peso de la papaya andina mínimamente procesada .....	81
<b>Tabla 23.</b> ANVA de firmeza de la papaya andina mínimamente procesada .....	82
<b>Tabla 24.</b> Prueba de comparación Duncan para Firmeza de la papaya andina mínimamente procesada.....	82

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

IK	: Índice de Kováts.
ml	: mililitro.
AE	: aceite esencial.
RC	: Recubrimiento comestible.
g	: gramos.
gf	: gramos fuerza
Kg	: Kilogramos.
spp	: especies.
et al.	: Colaboradores.
%	: porcentaje.
µg	: microgramos.
n	: tamaño de muestra.
°C	: grados centígrados.
Nº	: número.
T1	: Tratamiento 1.
T2	: Tratamiento 2.
pH	: Potencial de Hidrógeno.
SST	: Solidos Solubles Totales
T0	: Tratamiento 0.
T1	: Tratamiento 1.
T2	: Tratamiento 2.
MC	: Muestra control.
ANOVA	: Análisis de Varianza.
AOAC	: Sociedad Americana de Químicos Analistas.
L	: Litros.
V	: Volumen.
TPA	: Análisis de perfil de textura
min	: Minutos.
Kcal	: Kilocalorías.
Fig	: Figura.
k	: pendiente de la curva.
<	: Menor que.
≤	: Menor o igual.
≥	: mayor o igual.
v/p	: Volumen/ peso

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue estudiar el efecto del recubrimiento comestible a base de aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus glóbullo*), sobre los atributos fisicoquímicos y el tiempo de vida útil de la papaya andina (*Carica pubescens*) mínimamente procesada. Las variables experimentales fueron: Concentración (0.5, 1 y 1.5% de AE de eucalipto) y tiempo (0, 3, 6, 9, 12 días de almacenamiento). Se evaluaron los atributos fisicoquímicos como: pH (uso del potenciómetro), acidez titulable (método AOAC 939.05), sólidos solubles (método AOAC), color (Método CIE L\*, a\*, b\*), firmeza (método TPA) y pérdida de peso (método AOAC). El proceso de la investigación inició con la preparación de los recubrimientos comestibles (RC) con aceite esencial (AE) de eucalipto. Posteriormente se procedió a lavar, pelar y cortado de la papaya andina para luego someter a inmersión en los RC por 5 min utilizando una muestra control (MC) y 3 Tratamientos de concentraciones de AE de eucalipto (0.5, 1 y 1.5%) almacenados a 12°C para realizar el análisis a las muestras cada 3 días durante 12 días de almacenamiento. La MC presentó atributos fisicoquímicos óptimos hasta el día 3 de almacenamiento; el T1 presentó atributos fisicoquímicos óptimos hasta el día 7 de almacenamiento, T2 presentó atributos fisicoquímicos óptimos hasta el día 9 de almacenamiento y T3 presentó como atributos fisicoquímicos óptimos hasta el día 6 de almacenamiento, todas las muestras fueron almacenadas a 12°C. A partir de los resultados obtenidos se concluye que el RC con AE de Eucalipto presenta atributos fisicoquímicos (Acidez titulable, pH, firmeza, sólidos solubles, color y pérdida de peso) óptimos en la concentración de 0.5 a 1%, presentando vida útil 6.58 y 9.15 días respectivamente en óptimas condiciones a 12°C. de almacenamiento.

**Palabras Clave:** Papaya Andina, Recubrimiento comestible, aceite esencial, atributos fisicoquímicos y vida útil.

### ABSTRACT

The objective of this research was to study the effect of the edible coating based on eucalyptus essential oil (*Eucalyptus globule*), on the physicochemical attributes and the shelf life of the minimally processed Andean papaya (*Carica pubescens*). The experimental variables were: Concentration (0.5, 1 and 1.5% of eucalyptus EA) and time (0, 3, 6, 9, 12 days of storage). Physicochemical attributes such as: pH (potentiometer use), titratable acidity (AOAC method 939.05), soluble solids (AOAC method), color (CIE L \* method, a \*, b \*), firmness (TPA method) and loss were evaluated of weight (AOAC method). The research process began with the preparation of edible coatings (RC) with eucalyptus essential oil (AE). Subsequently, the Andean papaya was washed, peeled and cut and then immersed in the RC for 5 min using a control sample (MC) and 3 treatments of eucalyptus AE concentrations (0.5, 1 and 1.5%) stored at 12 ° C to perform the analysis of the samples every 3 days for 12 days of storage. The MC presented optimal physicochemical attributes until day 3 of storage; T1 presented optimal physicochemical attributes until day 7 of storage, T2 presented optimal physicochemical attributes until day 9 of storage and T3 presented as optimal physicochemical attributes until day 6 of storage, all samples were stored at 12 ° C. From the results obtained, it is concluded that the RC with Eucalyptus AE has physicochemical attributes (Titratable acidity, pH, firmness, soluble solids, color and weight loss) optimal in the concentration of 0.5 to 1%, presenting a useful life 6.58 and 9.15 days respectively in optimal conditions at 12 ° C. of storage.

**Keywords:** Andean papaya, edible coating, essential oil, physicochemical attributes and shelf life.

## I. INTRODUCCIÓN

La papaya de montaña (*Carica pubescens*), fruta de consumo popular es un alimento de importancia, no sólo por sus características sensoriales si no también por las bondades nutricionales que posee, como son los minerales y las vitaminas. Es estacional y se cultiva mayormente en el sur del Perú, convirtiéndose en un fruto tradicional de esa región. Esta fruta es susceptible al deterioro lo que tiende a acortar el tiempo de vida útil, por lo que se hace necesario buscar alternativas de transformación de tal modo que se obtengan productos estables con el tiempo y que puedan estar a disposición durante todas las épocas del año (Concha, Guevara, & Araujo, 2002).

Esta fruta posee características sensoriales y nutricionales importantes que son poco conocidas y difundidas, como son los minerales y las vitaminas así como su susceptibilidad al deterioro lo que tiende a acortar el tiempo de vida útil, por lo que se hace necesario buscar alternativas de transformación de tal modo que se obtengan productos estables con el tiempo y que puedan estar a disposición durante todas las épocas del año ya que este producto no es aprovechado adecuadamente y así darle un valor agregado que beneficiará a un amplio sector de la población hoy desocupada (Atalaya, 2017)

El interés por alimentos saludables y de fácil consumo ha promovido la creación de nuevas tecnologías como los productos frescos mínimamente procesados, no obstante, la vida útil de estos productos es limitada por su carácter perecedero y por los cambios físicos, químicos y fisiológicos que con frecuencia ocurren, los principales síntomas de deterioro incluyen cambios en la textura, el color, pérdida de nutrientes y rápido desarrollo microbiano (Escobar, Márquez, Restrepo, Cano, & Patiño, 2014).

La fruta cortada es muy perecedera, debido a que pierde la protección del pericarpio, siendo modificadas sus propiedades fisicoquímicas por los trastornos metabólicos que se producen por el corte, adicional a esto, este tipo de procesamiento genera oscurecimiento y disminución de la firmeza. Por lo tanto, se necesitan métodos alternativos para la preservación de los atributos de calidad de la papaya andina cortados para asegurar su manejo, distribución y venta (Dussán, Torres, & Reyes, 2014).

Los recubrimientos comestibles son una alternativa para preservar la calidad y la frescura de los productos mínimamente procesados y prolongar su vida útil, la aplicación de recubrimientos crea una barrera semipermeable a gases y al vapor de agua, lo que reduce la velocidad de respiración y la deshidratación de los productos recubiertos. Además, estos recubrimientos toleran la incorporación de aditivos alimentarios (agentes antimicrobianos, antioxidantes, sales minerales, etc.) que permiten retardar el pardeamiento enzimático, la aparición de desórdenes fisiológicos como el escaldado superficial, el crecimiento microbiano y la pérdida de textura (Dussán, Torres, & Reyes, 2014).

El AE de eucalipto es un agente natural que actúa como el componente activo, tiene la función de disminuir el uso de conservadores químicos, sus intoxicaciones. Una forma interesante de incorporación de estos AEs a los alimentos es empleando recubrimientos comestibles. Actualmente, el uso de recubrimientos como vehículos de agentes antimicrobianos y antioxidantes ha sido estudiado ampliamente en una gran variedad de productos enteros (Garrigues, Fuentes, & Talens, 2017).

En tiempos recientes se han incrementado las aplicaciones de recubrimientos comestibles ofreciendo ventajas como biocompatibilidad, apariencia estética, propiedades de barrera y de funcionalidad, como la incorporación de agentes antimicrobianos, antioxidante, entre otros aditivos funcionales para mejorar los atributos físicos, químicos y sensoriales, por esta causa se planteó como objetivo general : estudiar el efecto del recubrimiento comestible a base de aceite esencial de eucalipto (*Eucalyptus glóbullo*), sobre los atributos fisicoquímicos y el tiempo de vida útil de la papaya andina (*Carica pubescens*) mínimamente procesada; y como objetivos específicos:

- Determinar los atributos físico-químicos de la papaya andina mínimamente procesada con recubrimiento comestible a base de aceite esencial de eucalipto.
- Determinar el tiempo de vida útil de la papaya andina mínimamente procesada con recubrimiento comestible a base de aceite esencial de eucalipto.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 PAPAYA ANDINA (*Carica pubescens*)

La caricácea más conocida es la papaya (*Carica papaya*), originaria de las tierras bajas de América Central. Sin embargo, en las tierras altas de América del Sur crecen diferentes parientes con cierto potencial. Una de ellas es la llamada papaya de altura, que recibe diferentes nombres como: chilhuacán, chiglacón, chamburu (Ecuador); chamburu, huanarpu hembra (Perú, Bolivia); en castellano: papaya de monte, papaya arequipeña, papaya de altura (Perú y Bolivia); papayuela (Colombia); y en inglés: "mountain papaya" (Zapana, 2011).

#### 2.1.1 CLASIFICACION TAXONOMICA

La clasificación taxonómica de la papaya andina es: (Chauca, 2014).

División : Angiosperma

Clase : Dicotiledónea

Sub- clase : Arquiclaroidea

Grupo : Dialipétala

Orden : Parietales

Familia : Caricaceae

Género : *Carica*

Especie : *Carica Pubescens* Lenne

Nombres comunes: chamburu, huanarpu hembra (Perú, Bolivia); castellano: papaya de monte, papaya arequipeña; papaya de altura (Perú, Bolivia).



### 2.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA PAPAYA ANDINA

- **Forma:** Planta arborescente perennifolia, de 1 a 2 m de altura con un diámetro a la altura del pecho de 6 a 15 cm (hasta 30 cm), con un olor acre distintivo.
- **Copa / Hojas:** Copa abierta y redondeada. Hojas grandes de pecíolo largo, de 17 a 34 cm., con la lámina palmeada de 5 lóbulos, lóbulo medio con 3 a 5 lobulillos oblongo acuminados laterales, ligeramente gruesas y carnosas. Hojas superiores erectas y extendidas e inferiores colgantes
- **Tronco / Ramas:** El tronco es erguido, cilíndrico, hueco excepto en los nudos, más grueso en su base, herbáceo, semi leñoso, succulento con látex sin ramas y con las características cicatrices que dejan las hojas al caer.
- **Corteza:** Corteza lisa, verde grisácea, con manchas pardas, oscuras, o bien raramente pardo pálidas, de forma irregular, lenticelas pequeñas o ausentes, cicatrices semicirculares a todo lo largo del tronco.
- **Flor(es):** Nacen en las axilas de cada hoja y son pentámeras; existen cinco tipos de flores.
- **Fruto(s):** Frutos apiñados alrededor del tronco. Bayas de elipsoides a esféricas, piel lisa y delgada tornándose de verde a anaranjada en la madurez, pulpa blanda, jugo lechoso. El fruto silvestre mide de 4 a 6 cm de largo y de 3 a 4.5 cm de ancho (Velarde & Pañaranda, 2017).

### 2.1.3 VALOR NUTRICIONAL DE LA PAPAYA

La mayor parte de *Carica pubescens* contiene un promedio de 85% de agua, 3% de sustancias como glucosa, fructuosa, y sacarosa y 2% de proteínas. El resto de contenido de sólidos consiste en celulosa, sales, vitaminas y compuestos pépticos que contribuyen a dar la consistencia característica del fruto como se muestra en la Tabla 1 (Zapana, 2011).

**Tabla 1.** Composición de la papaya andina (*Carica pubescens*) y papaya tropical (*Carica papaya*).

COMPONENTES	VARIEDAD	
	<i>Carica pubescens</i>	<i>Carica papaya</i>
Calorías	32 Kcal.	23.2- 25.8 Kcal.
Humedad	90.8 %	85.9-92.6 %
Proteínas	0.4 %	0.081-0.34 %
Grasas	0.1 %	0.05-0.96 %
Carbohidratos	8.2 %	6.17-6.75 %
Fibra	0.4 %	0.5-1.3 %
Cenizas		0.5 %
Calcio	23 mg/100g	12.9-40.8 mg/100g
Fósforo	14 mg/100g	5.3-22.0 mg/100g
Hierro	0.3 mg/100g	0.25-0.78 mg/100g
Tiamina	0.02 mg/100g	0.021-0.036 mg/100g
Niacina		0.41 mg/100g
Riboflavina	0.07 mg/100g	0.024-0.058 mg/100g
Vitamina C mg./100 gr.	10.3 mg/100g	35.5-71.3 mg/100g

Fuente: Zapana (2011).

Los resultados más relevantes por cien gramos de parte comestible fueron: pH 5,7 a 5,8; acidez 0,36 a 0,39; agua 87,70 a 87,54 g; proteínas 0,49 a 0,52 g; minerales totales 0,32 a 0,47 g; fibra 1,76 a 1,97 g; azúcares reductores directos 7,36 a 9,52 g; carbohidratos 9,52 a 9,56 g; vitamina C 30 a 37 mg;  $\beta$ -caroteno 3783 a 2493  $\mu$ g (Hernández *et al.*,2014).

#### 2.1.4 USOS Y APLICACIONES

El fruto de vasconcella carica pubescens (papaya de monte) es casi idéntico al babaco, se lo considera un híbrido de fruta dulce y aromática, con un sabor entre fresa y piña tropical, papaya, naranja y melón.

- Los frutos maduros se utilizan en la repostería familiar, en la elaboración de mermeladas y bebidas, jaleas, flameados, jugos, batidos, ensaladas de frutas y platos con carnes.
- En estado verde constituye un recurso para la obtención de látex y por su contenido de papaína tiene aceptación en el mercado internacional para uso en la industria farmacológica y como ablandador de carnes.
- En la industria textil, puede ser aplicada a ciertos tejidos impide el encogimiento últimamente se ha puesto en marcha la obtención de colorantes carotenoides con aplicaciones en la producción de cosméticos y alimentos concentrados para animales. Es fuente de pepsina vegetal (Bosmediano & Coronel, 2014).

Se ha reportado toxicidad en humanos por la utilización de los aceites esenciales puros o en altas concentraciones, ocasionando desde irritaciones en la piel hasta cáncer. Sin embargo, la utilización de aceites en concentraciones mínimas no genera alteraciones en el organismo, siendo además productos considerados como GRAS (Bakkali *et al.*, 2008).

En otras investigaciones, concentraciones por arriba de 0.06% de aceite de tomillo redujeron el desarrollo de *R. stolonifer* en frutos de papaya, reportándose que a medida que aumentaban la concentración disminuía la severidad del hongo (Bosquez *et al.*, 2010).

El mango mínimamente procesado es un producto de gran aceptación con una vida útil corta. Con el ánimo de evaluar su calidad microbiológica los cubos de mango lavado y desinfectado fueron recubiertos con recubrimientos de quitosano a concentración del 2% y aceites esenciales de naranja (1%) y limón (1%) (Rico, Gutierrez, & Diaz, 2012)

## 2.2 EUCALIPTO

El eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) es un árbol de crecimiento rápido, que puede llegar a una altura de unos 20 metros, en un periodo de 8 años y un máximo de 70 metros en su periodo adulto, por lo que es considerado una de la especie más alta del mundo. De tronco erguido, está recubierto de una corteza plateada, a veces gris ceniza y en algunas ocasiones, blanquecina. La madera, blanca o rojiza, es dura y muy resistente a la putrefacción. Las hojas coriáceas, de un gris azulado verdoso, son redondas cuando el árbol es joven, pero rápidamente adquieren una forma ovalada acuminada y carnosa; pueden llegar hasta unos 30 cm de largo. Son características sus flores solitarias sin pedúnculos, posicionadas en las axilas de las hojas, con amplias, arrugadas y espesas tapas. Cuando las flores se secan, la tapa de la cápsula se desprende, para dejar paso a un manojito de estambres blanquecinos o rojizos (Vogel, 2015).

### 2.2.1 TAXONOMÍA DEL *Eucalyptus Globulus*.

En la Tabla 2 se muestra la clasificación taxonómica del eucalipto.

**Tabla 2.** Clasificación taxonómica del eucalipto

<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Sub clase</b>	Rosidae
<b>Orden</b>	Myrtales
<b>Familia</b>	Myrtaceae
<b>Género</b>	Eucaliptus
<b>Especie</b>	Eucaliptus globulus Labill
<b>Nombre Vulgar</b>	"eucalipto"

Fuente: Pérez (2014).

### 2.6.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA

Las hojas contienen aceite esencial en una cantidad que varía entre el 1,5 y el 3 %.

En el aceite esencial, el eucalipto (1,8-cineol) representa el 75-85 %. Otros componentes activos en la hoja son los taninos, ácidos polifenólicos, flavonoides, ceras.

En el aceite esencial se han identificado los monoterpenos canfeno, cineol, paracineno; euglobal IB, IC y 11 A, alfa y betafelandreno, geranio y su acetato, isofenchona, limoneno, mirceno, alfa y betapineno, trans-pineocarvol, terpineol, el alfa-isómero y su acetato, y valeraldehído; además de los sesquiterpenos aromandreno, allo-aromandreno, cariofileno, euglobal 111, IV A y IV B, globulol, epiglobulol, ledol y viridiflorol. Además, se han detectado en las hojas los flavonoides, eucaliptín, hiperósido, procianidín B-2 galoil, prodelfinidín B-2 galoil, prodelfinidín B-5, y su digaloil, quercetín, iso quercetín, rutín, sewderoxilín y 8-dimetil sideroxilín. El aceite esencial del fruto contiene los monoterpenos 1-8 cineol, óxido de linalol, beta-pineno, piperitona, terminen-4-ol, alfa, beta y gamaterpineno; y los sesquiterpenos aromandreno y el alfa-isómero, gama-cadineno, eremofileno, globulol y alfa-gurguneno (Velázquez M. , 2013).

### 2.6.3 ACEITE ESENCIAL

Los aceites esenciales como fracciones líquidas volátiles, 24 generalmente mezclas homogéneas de hasta 100 compuestos químicos orgánicos, provenientes de la familia química de los terpenoides. Bajo condiciones de temperatura ambiental, son líquidos poco densos, pero con mayor viscosidad que el agua. Los aceites esenciales son metabolitos secundarios sintetizados por las plantas, producidos al momento de activarse mecanismos de defensa como respuesta a factores ambientales y ecológicos, estos presentan roles de defensa, atracción de polinizadores, entre otros.

Son inflamables, no son tóxicos, aunque pueden provocar alergias en personas sensibles a determinados terpenoides. Son inocuos, mientras la dosis suministrada no supere los límites de toxicidad. Sufren degradación química en presencia de la luz solar, del aire, del calor, de ácidos y álcalis fuertes, generando oligómeros de naturaleza indeterminada. Son solubles en los disolventes orgánicos comunes. Casi inmiscibles en disolventes polares asociados (agua, amoníaco). Tienen propiedades de solvencia para los polímeros con anillos aromáticos presentes en su cadena. Son aceptados como sustancias seguras (GRAS) por la Agencia de Drogas y Alimentos de EE.UU. (FDA) (Quispe, 2017).

#### **2.2.4 ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO**

Es un aceite esencial puro que tiene usos prácticos e industriales, así como propiedades curativas. Proviene del árbol perenne de rápido crecimiento nativo de Australia, con la producción global de aceite de eucalipto proveniente principalmente del *Eucalyptus globulus* o "Goma Azul". El aceite destilado proviene de las hojas secas o frescas de eucalipto – un líquido incoloro con un fuerte aroma amaderado y dulce. Existen más de 700 especies diferentes de eucalipto en el mundo, de los cuales al menos 500 producen un tipo de aceite esencial (Felton & Bosisto's, 2009).

#### **2.2.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO.**

En la tabla 3, se tiene una comparación por CG acoplada a un espectrómetro de masa (CG-MS) (Russo, 2013).

**Tabla 3.** Composición porcentual de terpenos en aceites esenciales de hojas adultas y juveniles de *Eucalyptus globulus*.

Terpeno	IK	Hojas	Hojas
		Adultas (%)	Juveniles (%)
$\alpha$ -pineno	939	11,00 $\pm$ 0,61	9,98 $\pm$ 0,41
$\beta$ -pineno	979	0,53 $\pm$ 0,02	0,85 $\pm$ 0,21
Mirceno	991	0,52 $\pm$ 0,12	0,91 $\pm$ 0,19
$\alpha$ -felandreno	1011	0,23 $\pm$ 0,11	3,78 $\pm$ 0,63
Limoneno	1034	0,08 $\pm$ 0,01	3,59 $\pm$ 0,09
1,8-cineol	1036	62,11 $\pm$ 1,03	52,26 $\pm$ 1,29
<i>cis</i> - $\beta$ -ocimeno	1046	0,19 $\pm$ 0,11	3,57 $\pm$ 0,59
<i>trans</i> -pinocarveol	1150	0,24 $\pm$ 0,17	1,43 $\pm$ 0,21
Pinocarvone	1174	0,09 $\pm$ 0,02	0,21 $\pm$ 0,09
1-terpinen-4-ol	1190	0,65 $\pm$ 0,14	1,21 $\pm$ 0,44
$\alpha$ -terpineol	1206	1,50 $\pm$ 0,22	1,81 $\pm$ 0,33
Acetato de $\alpha$ -terpinilo	1344	9,16 $\pm$ 0,93	-
Acetato de geranilo	1382	0,57 $\pm$ 0,20	-
$\alpha$ -gurjeneno	1408	0,17 $\pm$ 0,08	0,43 $\pm$ 0,11
Aromadendreno	1437	1,29 $\pm$ 0,42	1,57 $\pm$ 0,28
$\beta$ -humuleno	1455	1,01 $\pm$ 0,38	1,81 $\pm$ 0,27
Alloaromadendreno	1463	0,18 $\pm$ 0,06	0,86 $\pm$ 0,09
Globulol	1588	5,31 $\pm$ 0,44	4,11 $\pm$ 0,35
Epiglobulol	1627	0,69 $\pm$ 0,17	0,62 $\pm$ 0,11
Terpenos oxigenados		80,32	61,65
Terpenos no oxigenados		15,20	27,35
Total de terpenos identificados		95,34	88,96
Compuestos no identificados		4,66	11,04

Fuente: Russo (2013).

## 2.2.6 PRINCIPALES USOS DE LOS ACEITES ESENCIALES

El consumo de aceites esenciales en la industria es muy variado y se emplean como aromatizantes, ambientadores y artículos de limpieza. Además, se emplean en la elaboración de jabones, champúes, licores, cremas, desodorantes y hasta alimentos (Quispe, 2017).

### - **Industria alimentaria y de licores**

La industria alimentaria es una de las que más aceites esenciales requieren. Se encuentran en productos como aceites, vinagres, encurtidos y embutidos. En la confitería se utilizan para saborizar y aromatizar productos como caramelos y chocolates. También se utilizan en la preparación de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, en refrescos y helados. Otro de sus usos es como aditivos naturales: saborizantes, colorantes, antioxidantes o conservantes (Quispe, 2017).

### - **Aspectos biológicos o funciones**

Quilca, (2011) enuncia las siguientes funciones que presenta el aceite esencial en la planta:

- **Funciones atrayentes:** Para ciertos insectos responsables de la polinización, debido a su volatilidad y marcado olor.
- **Funciones repelentes:** Para la protección contra depredadores (insectos, microorganismos, hongos, herbívoros).
- **Funciones cicatrizantes:** Actúan cuando hay lesiones formando capas evitando de esta manera la evaporación del agua.
- **Funciones hormonales:** En la época de floración se trasladan hacia las flores para cumplir un rol en la polinización.



- **Funciones físicas:** Entre las que destacan, regular la conductividad calórica del agua, la presión osmótica, la temperatura interna, la transpiración y la pérdida de calor por radiación de la noche.
- **Funciones retardantes:** Retardan movimientos naturales de las plantas durante su crecimiento.

García (2002), expresa que los aceites esenciales cumplen una función de regulación de crecimiento; ya que uno de los principales reguladores de crecimiento en la planta es el ácido abscísico. Su mayor ocurrencia es en las semillas y en los frutos jóvenes.

### 2.3 CMC

La Carboximetilcelulosa conocido como CMC, es un compuesto orgánico, en polvo, derivado de la celulosa, usado en la Industria alimenticia, farmacéutica y cosmética. Es soluble en agua, en grados de pureza más altos se emplea como aditivo alimenticio, por su carácter hidrofílico, buenas propiedades para formar películas, alta viscosidad, comportamiento adhesivo, sirve como estabilizador por sus principales características: sin sabor, incoloro, inodoro, no tóxico, es un gran aditivo permitido por la Unión Europea y la FDA. Usos y Aplicaciones El CMC tiene diversas aplicaciones y es usado como espesante, estabilizante, pero también como producto de relleno, fibra dietética y emulsificante. Su aplicación en la industria de alimento como agente auxiliar; en los batido, helados, cremas y natas, como auxiliar para formar geles en gelatinas y pudines, como espesante en aderezos y rellenos, como agente suspensor en jugos de frutas, como coloide protector en emulsiones y mayonesas, como agente protector para cubrir la superficie de las frutas y estabilizador en productos listos para hornear. Debido a que el CMC no es metabolizado por el cuerpo humano ha sido aprobada su utilización en los alimentos bajos en calorías (Cando, 2010)

## 2.4 GLICEROL

El glicerol o también conocido como glicerina es un compuesto alcohólico con tres grupos - OH (hidroxilos). Es fácilmente soluble en agua se descompone en ebullición en una temperatura de 290°C. Tiene como característica un aspecto líquido viscoso, no tiene color, pero si un característico olor, además de un sabor dulzón. El glicerol se encuentra en todos los tipos de aceites, así como en las grasas animales o vegetales, siempre que éstas vayan asociadas a otros ácidos grasos como puede ser, por ejemplo, el oleico, o esteárico (Molocho & Orbegoso , 2016).

Gracias a la presencia de grupos -OH en su estructura, el glicerol es capaz de vincularse a través de puentes de hidrógeno con las cadenas de almidón, impidiendo el completo ordenamiento de las mismas debido a que se interpone entre éstas. El efecto global del reemplazo de interacciones polímero-polímero por interacciones plastificante-polímero es la reducción de la rigidez de las películas. El tamaño molecular, la configuración y el número total de grupos hidroxilo funcionales del plastificante, como así también su compatibilidad con el polímero, afectan el tipo y cantidad de interacciones entre el plastificante y las cadenas poliméricas (Yang & Paulson, 2000).

## 2.5 TWEN 80

Se usa el tween 80 este es un tensioactivo no iónico y el emulsionante derivado de sorbitol se obtiene de muchos tipos de fruta. Es un líquido aceitoso con olor característico; es soluble en agua, produciendo una solución sin olores casi incoloro; soluble en alcohol, aceite de semilla de algodón, aceite de maíz, metanol, insoluble en aceite mineral. Se utiliza como agente dispersante para el agua de mezcla y solubilizar los aceites de fragancia y esencial (Molocho & Orbegoso , 2016).

## 2.6 RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES

Un recubrimiento comestible se puede definir como una matriz continua delgada, que posteriormente será utilizada en forma de recubrimiento del alimento o estará ubicada entre los componentes del mismo (Vásquez & Guerrero, 2013). Además, pueden emplearse para transportar ingredientes activos, pudiendo ser excelente vehículo para mejorar el valor nutricional de los alimentos, por adherirse mejor al fruto ofrecen una barrera más alta en comparación a las películas comestibles (Molocho & Orbegoso, 2016).

Los recubrimientos como matrices continuas que pueden ser formadas por proteínas, polisacáridos, y lípidos, las cuales proveen la posibilidad de mejorar la calidad de los alimentos mediante la limitación de migración de humedad, grasa, oxígeno y compuestos responsables del sabor, color y aroma (Avila & López, 2008).

Los recubrimientos son usados en frutas y vegetales para extender la vida útil, mejorar la apariencia, retardar la maduración, disminuir la pérdida de agua, reducir la pudrición y para entregar las sustancias activas que es uno de los principales avances recientemente realizados (Oms et al., 2010). Además de dar estas propiedades también se ha encontrado que retienen el sabor y el aroma (Ramirez, 2012).

Los recubrimientos comestibles han sido considerados para uso en alimentos ya que presentan algunas ventajas sobre las películas sintéticas, estos productos a proteger los alimentos pueden ser consumidos, aun si los alimentos no contaran con empaque adicionales. Los recubrimientos de este tipo son elaborados a partir de ingredientes comestibles y gracias a esta característica contribuyen con el ambiente ya que sus procesos de degradación tienden a ser más efectivos que los materiales hechos a base de polímeros sintéticos. Adicionalmente también contribuyen a la reducción del

deterioro o cambios en el tiempo de los componentes de los alimentos, llegando en algunos casos a promover el aumentando la vida útil. Esto, mediante la reducción del intercambio de gases entre el entorno y el alimento, reducción de la respiración y reducción de las velocidades de reacción de oxidación entre otros (Ramirez, 2012).

Los recubrimientos actúan como un sistema de empaque durante el proceso y almacenamiento, retardan el deterioro, permiten realzar sus atributos de calidad, actúan también frente a los microorganismos cuando se incorporan compuestos antimicrobianos que impiden su crecimiento y desarrollo, además permiten la incorporación de antioxidantes, sales de calcio o ingredientes funcionales como minerales y vitaminas que son ampliamente utilizados para mejorar la calidad (Oms et al., 2010).

Las propiedades que presenta el recubrimiento comestible dependen del tipo de material utilizado en su formulación, de las condiciones de formación del recubrimiento, del tipo de plastificante, de la naturaleza del disolvente, de la velocidad de evaporación del disolvente y de su espesor (Vásquez & Guerrero, 2013).

De forma general puede decirse que los recubrimientos se aplican en forma líquida sobre el alimento, normalmente por inmersión del producto en la solución con capacidad filmogénica, mientras que las películas elaboradas como láminas sólidas se aplican posteriormente sobre el alimento como envoltura (McHugh & Senesi, 2000).

### **2.6.1 CARACTERÍSTICAS**

La cualidad de mayor importancia de los RC es actuar como agente para la conservación de alimentos, es por esto que son catalogados como aditivos alimentarios y como tal deben de cumplir con ciertas características para poder ser utilizados en alimentos para consumo humano:

- Ser compatible nutricional y organolépticamente con el alimento al que será aplicado.
- Tener propiedades mecánicas que contribuyan a proteger el producto.
- Estabilidad a diversas condiciones ambientales.
- Fácil adhesión a la superficie del alimento.
- Cumplir con la legislación existente sobre aditivos alimentarios.
- Utilización de equipo sencillo y de bajo costo para su fabricación y aplicación (Pazanese, 2016).

### 2.6.2 PROPIEDADES FUNCIONALES

La combinación de compuestos adecuados en la formulación de cubiertas comestibles permite que estas desempeñen funciones favorables que contribuyen al aseguramiento de calidad y valor nutrimental de los alimentos en los que se aplican, las principales ventajas de utilizar RC son:

#### a) Barrera contra la pérdida de humedad

Es una de las propiedades más importantes que deben de tener los RC, ya que tienen la función de reducir la deshidratación de las frutas, este atributo depende en gran medida del área sobre la cual se está aplicando la cubierta y el espesor de esta, además de las diferencias de presión del vapor de agua al interior y exterior del producto (García M. A., 2008).

#### b) Barrera contra los gases

Una de las funciones primordiales de los RC es regular el intercambio de gases, principalmente oxígeno y dióxido de carbono entre el alimento y el ambiente que lo rodea, minimizando la respiración y con ello la degradación del producto. Esta acción de barrera también puede ejercer un efecto favorable en el retraso de

procesos oxidativos ayudando a controlar el pardeamiento enzimático y el ablandamiento de textura.

**c) Limitar el intercambio de compuestos volátiles**

Consiste en controlar la transferencia de sustancias volátiles entre el alimento y el exterior con el fin de evitar la pérdida de los compuestos responsables de otorgar sabor y color, además de proteger al fruto de adquirir olores o sabores anormales.

**d) Protección contra el daño mecánico**

Los RC otorgan cierta resistencia contra el impacto al que están expuestas las frutas durante la manipulación y el transporte de las mismas.

**e) Contener ingredientes funcionales**

Debido a la tendencia actual por consumir alimentos fortificados o adicionados con compuestos que proporcionan beneficios a la salud, se han incorporado a las formulaciones de cubiertas comestibles compuestos tales como antioxidantes, vitaminas y minerales, entre otros, además de agentes antimicrobianos, colorantes y saborizantes con el objetivo de ofrecer productos con mayor valor agregado (Ruelas *et al*, 2013).

### 2.6.3 MÉTODOS DE APLICACIÓN

El método más adecuado para aplicar el recubrimiento comestible depende del tipo de superficie que tiene la fruta a la que deseamos aplicarlo, por esta razón existen 2 métodos de aplicación:

### **2.6.3.1. Inmersión**

Utilizado para frutas con superficies irregulares, ya que es necesario un recubrimiento uniforme. La fruta debe pasar por un proceso de lavado y secado para después sumergirse directamente en la formulación del recubrimiento para obtener un recubrimiento más uniforme, posteriormente debe dejarse drenar el exceso para continuar con un último secado, el método anteriormente descrito es aplicado para frutas enteras (Vásquez & Guerrero, 2013).

### **2.6.3.2. Aspersión**

Empleado en frutas con superficies lisas y uniformes, consiste en aplicar la formulación con aspersores de alta presión en donde se consiguen diferentes tamaños de gota y por lo tanto se obtienen recubrimiento más delgados y uniformes en comparación con los obtenidos por inmersión (Velázquez & Guerrero, 2013).

### **2.6.3.3. Frotaciones:**

El método de la frotación utiliza aire comprimido (menor de 5 psi o 35 Kpa), éste es aplicado generalmente en líneas de empaque que poseen rodillos en movimiento para lograr una dispersión uniforme. El exceso de cubierta es removido con cepillos colocados por debajo de los rodillos. La cubierta espumosa contiene un poco de agua para facilitar el proceso de secado (Tharanathan, 2003).

## **2.6.4 TIPOS DE RECUBRIMIENTOS**

### **1) RECUBRIMIENTO EN BICAPA**

Los recubrimientos en bicapa son más eficaces que sirven de barrera contra la transferencia de agua, sin embargo, una de sus principales desventajas de estos

recubrimientos en bicapa es que su elaboración requiere de 4 pasos, siendo 2 aplicaciones y 2 etapas de secado (Moreno, 2010).

### **RECUBRIMIENTO EMULSIFICADO**

Los sistemas emulsificados son una herramienta importante en la elaboración de recubrimiento ya que se adecua al alimento; estos permiten mejorar las propiedades de intercambio gaseoso, flexibilidad, adherencia y permeabilidad al vapor de agua. Este es el recubrimiento más utilizado por la industria alimentaria ya que esta inclinada por el uso de formulaciones emulsificadas en las que los lípidos (aceites o ceras) (Moreno, 2010).

## **2.7 VIDA UTIL**

La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, y sufrirá un cambio en su perfil fisicoquímico y microbiológico (Carrillo & Reyes, 2013).

Un alimento es definido como un sistema físico, químico y biológico, el cual no puede mantenerse inerte frente a las condiciones de proceso y ambientales a las que es sometidos, estos factores provocan el decrecimiento en la calidad del alimento a lo largo del tiempo (García & Molina, 2008).

### **2.7.1 MÉTODOS PARA LA PREDICCIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL**

En la industria la manera más habitual de establecer la caducidad o tiempo de vida útil de anaquel de un alimento, es realizar pruebas de almacenamiento del producto en cuestión, en condiciones similares a las que probablemente tenga lugar durante el almacenamiento, distribución, exposición para la venta y uso por el consumidor (Man, 2004).



– **Normal**

Ensayo que se lleva a cabo bajo condiciones medio ambientales de temperatura y humedad, persiguiendo determinar la estabilidad básica del alimento (Man, 2004).

– **Acelerada**

A escala industrial es importante saber si determinado producto soporta el almacenamiento prolongado por lo cual se realiza pruebas aceleradas de vida útil consistentes en colocar el producto bajo condiciones severas, usualmente de temperatura y humedad relativa mayor a la normal. Estas condiciones aceleran la tasa de degradación y en consecuencia al producto se deteriora más pronto (Speigel & Willey, 1995).

### **2.7.2 DETERMINACIÓN DE LA CINÉTICA DE DETERIORO**

Es difícil realizar una estimación de los tiempos aceptable de almacenamiento. El modelo que generalmente se utiliza para este tipo de estudio es el de Arrhenius, asumiendo que las reacciones siguen cinéticas de primer orden. También se puede aplicar un modelo lineal de reacción de orden cero (Domínguez, 2007).

La calidad de los alimentos se define como el conjunto de propiedades que influyen en su aceptación por el consumidor y que diferencian unos de otros.

Los alimentos son sistemas fisicoquímicos y biológicamente activos. Por lo tanto, la calidad de los alimentos es un estado dinámico que se mueve a niveles más bajos. Así, para cada alimento particular, hay un periodo un periodo de tiempo determinado, después de su producción, durante el cual mantiene el nivel requerido de sus cualidades organolépticas y de seguridad, bajo determinadas condiciones de conservación. A este periodo se define como vida útil del alimento correspondiente. Durante el almacenamiento y distribución, los alimentos están expuesto a un amplio rango de

condiciones ambientales, factores tales como temperatura, humedad, oxígeno y luz, que, como ya se ha indicado, pueden desencadenar mecanismos de reacción que conducen a su degradación, como consecuencia de estos mecanismos los alimentos se alteran hasta ser rechazado por el consumidor. Es necesario por tanto, conocer las diferentes reacciones que causan estas degradaciones de alimentos para desarrollar procedimiento específicos para la evaluación de la vida útil. La cinética de deterioro de alimento se puede expresar matemáticamente por medio de ecuaciones de relación. Aplicando los principios fundamentales de la cinética química, los cambios en la calidad de los alimentos pueden, en general, expresarse como una función de la composición de las mismas y factores ambientales (Casp & Abril, 2000).

Para un atributo de calidad Q se puede escribir la siguiente expresión general:

$$\pm \frac{dQ}{dt} = KQ^n \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

$\pm$  = incremento o disminución del valor del atributo Q

K = pseudos constante de velocidad de reacción cuando esta se desplaza hacia la derecha.

n = orden aparente de esta reacción.

Se asume que los factores ambientales tales como temperatura, humedad y luz, así como las concentraciones de otros componentes permanecen constantes. Para un atributo de calidad que disminuye con el tiempo, la ecuación anterior se puede escribir:

$$-\frac{dQ}{dt} = KQ^n \dots\dots\dots(2)$$

#### → REACCIÓN DE ORDEN CERO

Al considerar un atributo de calidad (Q), que disminuya en forma lineal durante el periodo de almacenamiento, implica que su variación con respecto al tiempo es

constante, y que, por lo tanto, la perdida de dicho atributo no depende de su concentración.

La relación lineal entre el atributo y tiempo se obtiene cuando la reacción es de orden cero  $n = 0$ , tendremos:

$$-\frac{dQ}{dt} = K \dots\dots\dots (3)$$

Integrando la ecuación se obtiene:

$$Q = Q_0 - kt \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

$Q_0$  = valor inicial del atributo de calidad.

$Q$  = valor que toma dicho atributo después de transcurrido el tiempo  $t$ .

Si al final de la vida útil  $t_u$ , se alcanza cuando el atributo de calidad toma un cierto valor, llamado  $Q_f$ , se tiene:

$$Q_f = Q_0 - kt_u \dots\dots\dots (5)$$

En consecuencia, la vida útil, será:

$$t_u = \frac{Q_0 - Q_f}{k} \dots\dots\dots (6)$$

→ **REACCIÓN DE PRIMER ORDEN**

El atributo de calidad  $Q$  disminuye de forma exponencial durante el periodo de almacenamiento. En este caso, el ritmo de pérdidas del atributo de calidad depende de la cantidad queda del mismo y esto implica que a medida que el tiempo avanza y el atributo de calidad disminuye la velocidad de reacción es cada vez menor.

La relación exponencial entre el atributo de calidad y el tiempo se puede explicar con una reacción de primer orden  $n = 1$ , entonces tenemos:

$$-\frac{dQ}{dt} = KQ \dots\dots\dots (7)$$

Integrando (7) se obtiene:

$$\ln \frac{Q}{Q_0} = Kt \dots\dots\dots (8)$$

En forma exponencial sería:

$$Q = Q_0 e^{-kt} \dots\dots\dots (9)$$

Al final de la vida útil  $t_u$  se alcanzará cuando el atributo de calidad tome el valor  $Q_f$ , por lo que se tendrá:

$$t_u = \frac{\ln Q_0 - \ln Q_f}{k} \dots\dots\dots (10)$$

Entre las reacciones de deterioro de los alimentos que se rigen por ecuaciones de primer orden, tenemos las pérdidas de vitaminas, proteínas y el crecimiento microbiano.

### 2.7.3 MEDIDAS DE ALMACENAMIENTO DEL FRUTO

La fruta necesita estar almacenada en lugares aireados y limpios, ya que su vida útil no es larga, cuando la fruta llega a su madurez esta se empieza a ablandar y se pudre rápidamente. Cuando la fruta es empacada se debe almacenar en cuartos fríos con temperaturas no menores a 12 °C, es recomendable una temperatura de 13 °C con una humedad relativa de 85-90% (Bosmediano & Coronel, 2014).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La ejecución del presente trabajo de investigación se realizó en las siguientes instalaciones de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno:

- ✓ Laboratorio de Pos-Cosecha, Laboratorio de Procesos Industriales, de la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial.

#### 3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

- ✓ La materia prima usada en esta investigación es la Papaya andina (*Carica pubescens*) proveniente de la Provincia de Sandia.
- ✓ Aceite esencial de eucalipto (100% puro) (*Eucalyptus glóbulos*) obtenido de la empresa Essencial Oil Perú (EOP).

#### 3.3. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS.

##### 3.3.1. EQUIPOS.

- Agitador magnético marca OVAN modelo MCO8E.
- Licuadora (marca OSTER de 600 W de potencia)
- Equipo de titulación
- Refrigeradora marca ICECROWN modelo 456C.009 (capacidad 200kg).
- Balanza analítica marca AND FR-300 Japón, capacidad de 0,0001 a 310g.
- Termómetro marca HANNA de -40 a 150°C.
- pH metro digital modelo 3510, marca JENWAY.
- Cámara fotográfica SAMSUNG.
- Micropipetas 100-1000µl, BOECO.
- Micro pipetas 10-100µl, BOECO.

##### 3.3.2. MATERIALES

- Piceta (PVC).
- Vaso de Precipitado de 250ml y 500ml.
- Probetas (10, 50 y 100 ml).
- Pipetas (1, 5 y 10 ml).
- Picnómetro de 10ml (Pirex)

- Mortero de porcelana.
- Cocina eléctrica (surge).
- Varillas de vidrio.

### **3.3.3. REACTIVOS E INSUMOS**

- Alcohol de 70°.
- Fenofaleina 1%.
- Hidróxido de sodio (NaOH 0.1N)
- Tween 80 (marca Merk)
- Glicerina.
- Carboximetilcelulosa (CMC).

### **3.3.4. OTROS MATERIALES**

- Agua destilada.
- Papel aluminio.
- Tips 1000µl, 10-50 µl.
- Bandejas de aluminio.
- Lapiceros.
- Marcadores.
- Tabla de picar, cuchillo.
- Algodón.

## **3.4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.**

La metodología utilizada durante el proceso de investigación del proyecto fue de tipo experimental cuyos procesos de obtención, elaboración, control y evaluación son los siguientes: (Fig. 1)

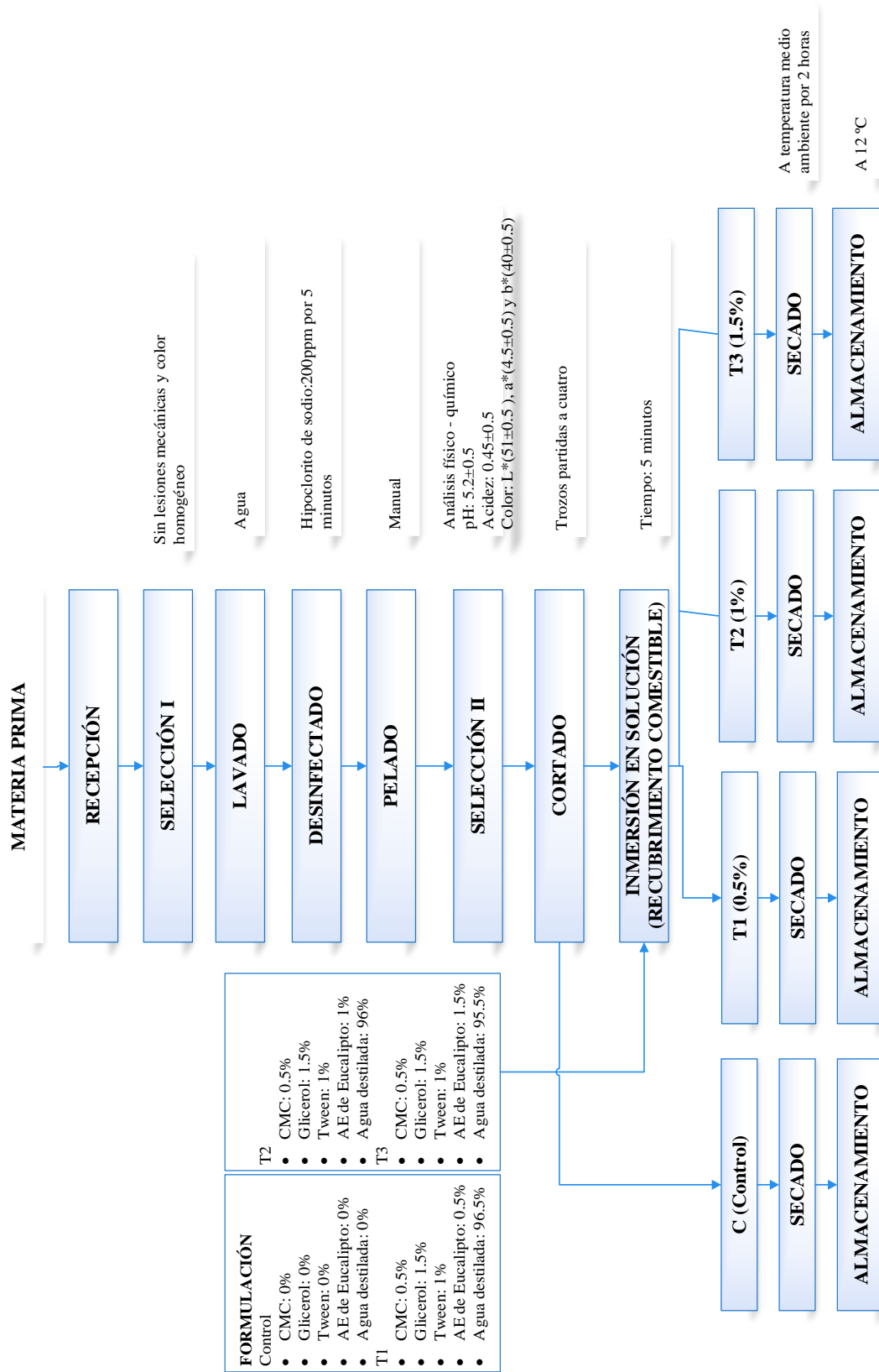


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología experimental.

## A. ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE

El recubrimiento se realizó mediante una dispersión de matriz polisacárida (carboximetilcelulosa: CMC 0.5%), plastificante (glicerol 1.5%), emulsificante (Tween 80 a 1%) y aceite esencial de eucalipto (0.5, 1 y 1.5%). La dispersión se realizó con un agitador magnético durante 15 minutos. Las formulaciones se muestran en Tabla 4.

**Tabla 4.** Formulaciones de los recubrimientos comestibles.

ingredientes	C	T1	T2	T3
CMC	0%	0.5%	0.5%	0.5%
Glicerol	0%	1.5%	1.5%	1.5%
Tween 80	0%	1%	1%	1%
AE de eucalipto	0%	0.5%	1.0%	1.5%
Agua destilada	0%	96.5%	96.0%	95.5%

Fuente: elaboración propia (2019).

## B. PREPARACIÓN DE LA PAPAYA ANDINA MÍNIMAMENTE PROCESADA

**Recepción.** – La fruta se recibió bajo determinadas condiciones de maduración, fresca, entera y en buen estado.

**Selección I.** – Se seleccionó aquellas frutas que tengan buena calidad, se elimina frutas que presenten lesiones mecánicas y se acepta las de apariencia firme, exentas de hongos visibles y de color homogéneo.

**Lavado.** – Las papayas andinas se sumergieron en agua durante 5 minutos, con la finalidad de retirar impurezas como basura y tierra.

**Desinfección.** – En esta operación se utilizó una mezcla de agua con hipoclorito de sodio a 200 ppm.



**Pelado.**- se pelo e forma manual cada una de la materia prima.

**Selección II.** – Se seleccionó aquellas que presenten similares análisis fisicoquímicos de pH, acidez y color.

**Cortado.** – Es un proceso donde se llevó a cabo una reducción de tamaño donde se trocea la papaya andina en trozos más pequeños y uniformes dándole un tamaño y forma definida.

**Inmersión en Solución (Recubrimiento Comestible).** – Las muestras se sometieron a inmersión en los recubrimientos comestibles durante 5 minutos.

**Secado.**- las muestras inmersas en solución se dejaron secar a medio ambiente durante 2 horas.

**Almacenamiento.** – Las muestras se almacenaron en bandejas de aluminio en refrigeración a 12°C.

## C. EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE LA PAPAYA ANDINA MÍNIMAMENTE PROCESADA

### C.1 Determinación de pH

Para la medición de pH se usó un potenciómetro digital (JENWAY), previa calibración del potenciómetro, se enjuago el electrodo con agua destilada y se secó cuidadosamente, el potenciómetro se calibro con buffer pH7 y buffer pH4, posteriormente el electrodo se introdujo en la muestra y se leyó el pH

### C.2 Determinación de acidez titulable

La acidez titulable se determinó por triplicado por el método AOAC (2000) 939. 05. La acidez se realizó con la muestra diluida 1:1 de pulpa de papaya andina y agua destilada, la determinación se hizo por titulación con solución valorada de hidróxido de sodio 0.1 N, se trasferirá 10ml de la muestra a un matraz Erlenmeyer y se adiciono 2 a 4 gotas de solución de fenolftaleína.

Posteriormente se tituló la muestra hasta que se mantenga el vire al color rosa por 1 minuto. La acidez titulable se expresó como porcentaje de ácido cítrico y se calcula por medio de:

$$\%Acidez = \frac{V_{NaOH} \times N_{NaOH} \times meq}{V} \times 100$$

Dónde:

$V_{NaOH}$  = volumen de NaOH usado para la titulación,

$N_{NaOH}$  = normalidad del NaOH,

$meq_{ácidoX}$  = miliequivalente de ácido.

Los valores equivalentes de base a ácido para el ácido cítrico es 0.064 (AOAC, 2000)

### C.3 Determinación de sólidos solubles

Los sólidos solubles se expresaron como °Brix, se determinó con un refractómetro digital atago, a 25°C. Se colocó una gota de jugo de papaya andina en el refractómetro previa calibración del equipo con agua destilada posteriormente se leyó los °Brix por triplicado (AOAC, 2000).

## D. EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS FÍSICOS

### D.1 Determinación de color.

Para el análisis de color se utilizó un colorímetro vol. SC32., usando el sistema CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , donde:  $L^*$  que es el brillo y presenta un rango de 0 a 100,  $b^*$  es negativo para el azul y positivo para el amarillo indicando tonalidad amarilla, mientras que  $a^*$  es negativo para el verde y positivo para el rojo mostrando la tonalidad rojo/marrón (González, et al., 1999) Con estas coordenadas se calculó la diferencia de color ( $\Delta E$ ) utilizando la siguiente expresión:

$$\Delta E = \sqrt{((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)}$$

Donde  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  y  $\Delta b^*$  representan las diferencias entre las coordenadas de color de los frutos recubiertos y de los frutos control en los días 0, 3, 6, 9 y 12 de almacenamiento, respecto a las coordenadas medias de los frutos de control en el día cero (inicio de almacenamiento).

### **D.2 Determinación de la firmeza.**

Se determinó utilizando el analizador de textura “Brookfield CT3”, los resultados se expresaron en gf (AOAC, 2000)

### **D.3 Determinación de Pérdida de Peso.**

Las pérdidas de peso (%PP) se determinaron por gravimetría, mediante el registro de los pesos de cada lote después del tratamiento en el día 0 (peso inicial ( $P_i$ ), menos la diferencia en las diferentes fechas de muestreo, hasta el día final ( $P_f$ ) del almacenamiento, las pérdidas acumuladas de peso se expresan como porcentaje de pérdida de peso (%) mediante la siguiente ecuación: (Ramirez, 2012).

$$\%PP = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

## **E. REACCIÓN CINÉTICA BÁSICA PARA DETERMINAR LA PERDIDA DE LA CALIDAD DE LOS ALIMENTOS**

Reacción de Orden Cero: Consideremos un atributo de calidad Q, que disminuya de forma lineal durante el periodo de almacenamiento. Una disminución lineal del atributo implica que su variación con respecto al tiempo es constante, por lo tanto, la pérdida de dicho atributo y tiempo se obtiene cuando la reacción es de orden cero (Mamani, 2016)

$$-\frac{dQ}{dt} = k$$

Integrando la ecuación se obtiene:

$$Q = Q_0 - kt$$

Dónde:

$Q_0$ = Representa el valor inicial del atributo de calidad y

$Q$ = es el valor que toma dicho atributo después de transcurrido el tiempo  $t$ .

Si al final de la vida útil  $t_u$ , se alcanza cuando el atributo de calidad toma un cierto valor, llamado  $Q_f$ , tendremos:

$$Q = Q_0 - kt_u$$

En consecuencia, la vida útil  $t_u$ , será:

$$t_u = \frac{Q_0 - Q_f}{k}$$

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para procesar los datos obtenidos durante la investigación se aplicó el análisis de varianza (ANVA), con un nivel de confianza del 95% y el test de Duncan ( $p \leq 0.05$ ) para determinar las posibles diferencias entre las muestras de papaya andina mínimamente procesadas con recubrimiento comestible a base de aceite esencial de eucalipto, para lo cual se empleará el software SPSS v. 25. Para comparar el efecto de las concentraciones de aceite esencial de eucalipto en el recubrimiento comestible sobre la papaya andina mínimamente procesada; se aplicó el diseño estadístico Modelo Lineal General.

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + e$$

Donde:

$Y$ = Representa la variable dependiente.

$X_1, X_2$ = Son las variables independientes.

$B_0, B_1, B_2$ = Son los parámetros desconocidos que será estimado.

$e$  = Efecto del error experimental.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

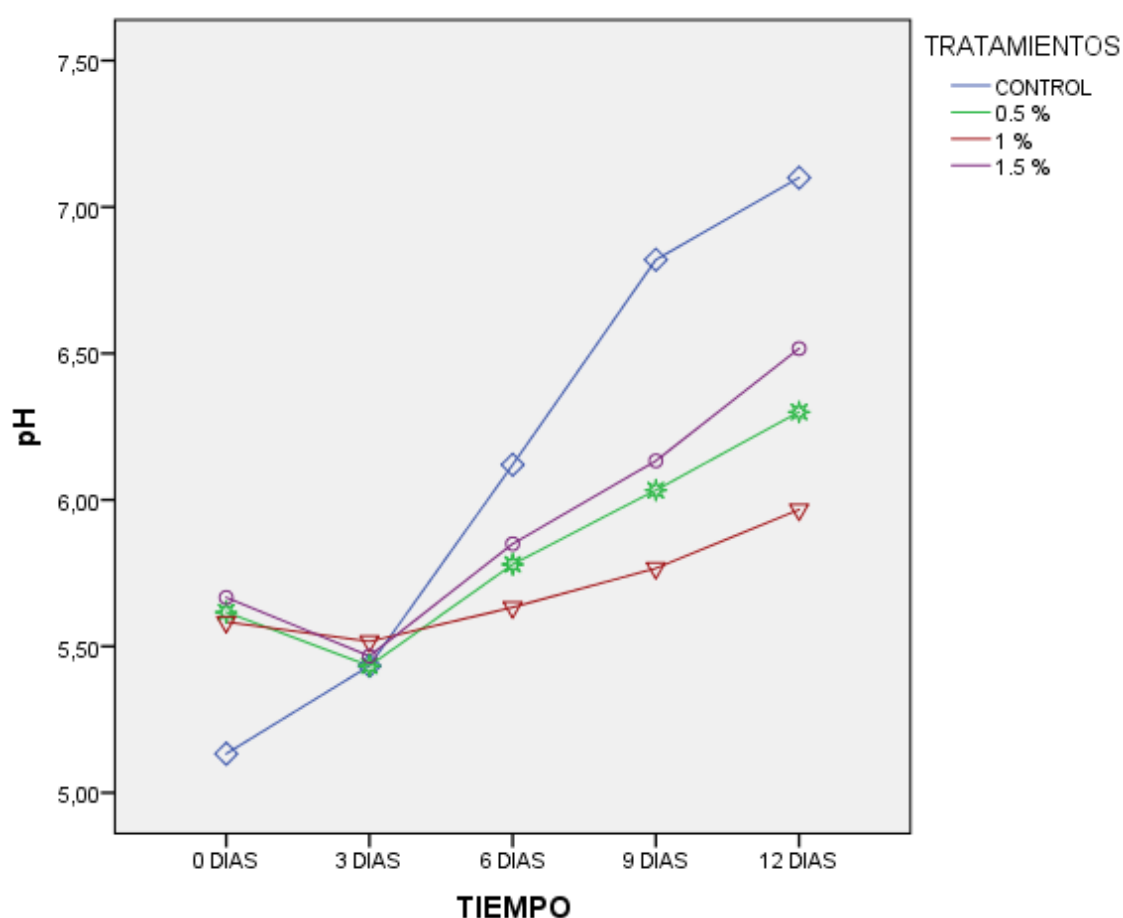
### 4.1 DETERMINACIÓN DE LOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA PAPAYA ANDINA MÍNIMAMENTE PROCESADA CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO

#### A. Determinación de pH

En la Figura 2 se muestra el pH de la papaya andina mínimamente procesada tratada con recubrimiento comestible a base de AE de eucalipto en función del tiempo de almacenamiento, presentando valores como: control (5.2 a 7.15), T1 (5.62 a 6.30), T2 (5.58 a 6.00) y T3 (5.67 a 6.52), donde podemos observar el aumento significativo en la muestra control con respecto a los tratamientos, en el día 3 de almacenamiento se observa una ligera disminución en el T1 y T3; con respecto al T2 se observa una aumento constante en el pH durante el tiempo de almacenamiento. Estos valores se encuentran por encima de los reportados por Concha et al., 2002, ya que este presenta valores de 4.42 a 4.55 durante 20 días de almacenamiento.

En la tabla 7 (Anexo B) se presenta el analisis de varianza de la papaya andina minimamente procesa con recubrimientos comestibles a diferentes concentraciones de AE de eucalipto, donde observamos que existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los valores de pH, es decir que existe diferencia entre tratamiento y el control; asi como para el tiempo de evaluacion, con un 95% de nivel de significancia, por lo que fue necesario realizar la prueba de comparación Duncan tal como se muestra en la tabla 8 (Anexo B) donde se evidencia que existe diferencia entre control y los otros tratamientos (T1, T2 y T3); mas no entre el T1 y T3 donde indica claramente que a menor y mayor concentracion de AE de eucalipto en el recubrimiento comestible incrementa el pH, siendo el mejor tramamiento la concentracion de 1%; ademas podemos observar que a mayor tiempo de

almacenamiento los valores de pH aumentan. El uso del recubrimiento comestible está relacionado con la disminución de la senescencia del fruto, evitando que durante la maduración de la papaya andina algunos fragmentos de pectinas se liberen desde la pared celular y se unan a los polifenoles, lo cual incrementa los valores de pH (Joo et al., 2011). González y Verónica, 2010, argumenta que un aumento en los valores de pH durante el almacenamiento demuestra el proceso de senescencia del producto.



**Figura 2.** Evolución del pH evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C.

El pH es importante desde el punto de vista sensorial de las frutas, cuando el pH aumenta la percepción de dulzor también lo hace. Los valores de este trabajo siguen el comportamiento tradicional de pH para papaya andina, se presenta el aumento de los

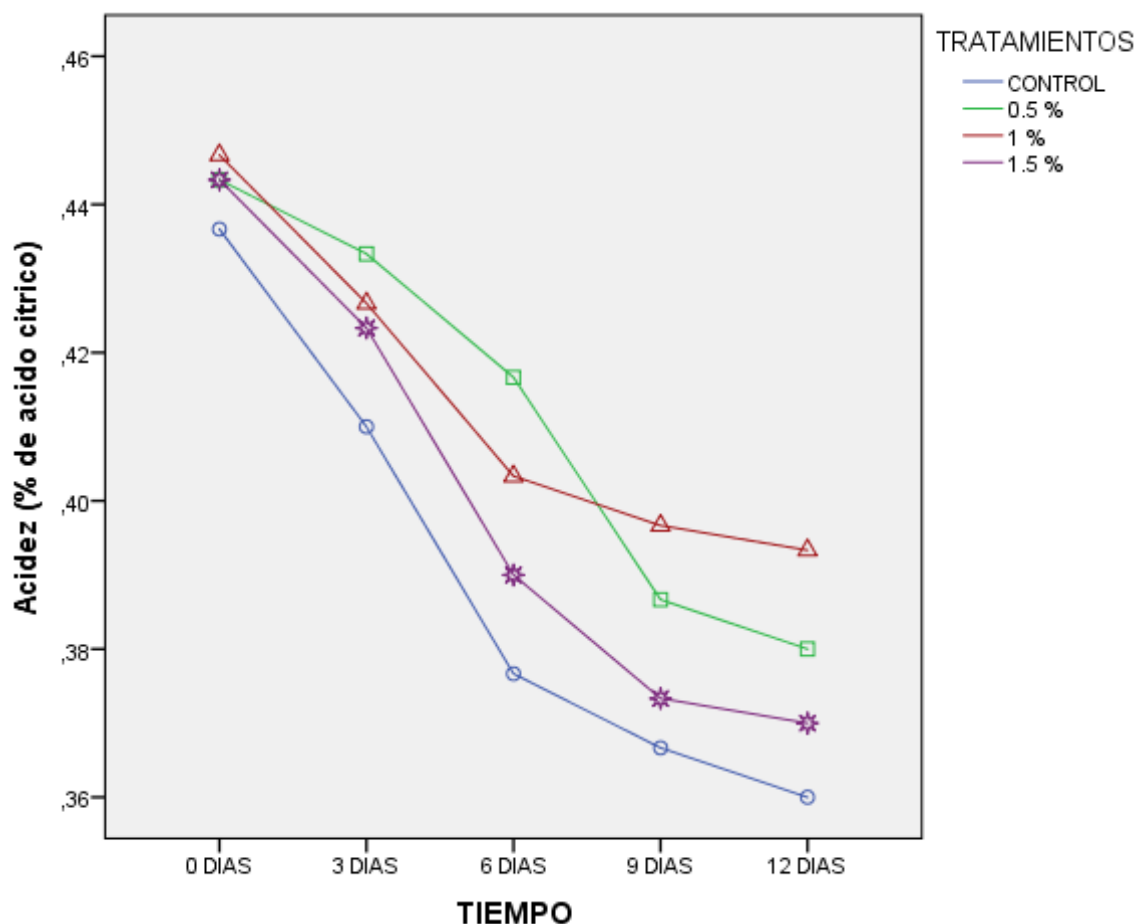
ácidos orgánicos ocasionada por la hidrólisis de la maduración, pero no constante. La fluctuación en los valores posiblemente fue ocasionada por las diferencias en la madurez de los frutos, aunque se clasificaron de acuerdo a una sola característica, la maduración de los frutos no siempre es homogénea y la incidencia de la luz y del suelo puede influir en este aspecto (Concha *et al.*, 2002).

### **B. Determinación de acidez**

En la Figura 3 se muestra la acidez de la papaya andina mínimamente procesada tratada con recubrimiento comestible a base de AE de eucalipto en función del tiempo de almacenamiento, presentando valores como: control (0.43 a 0.36 ), T1 (0.44 a 0.39), T2 (0.44 a 0.39) y T3 (0.44 a 0.37), donde podemos observar la disminución de la acidez en la muestra control y T1 con respecto a T2 y T3, en el día 12 de almacenamiento se observa un ligero incremento de T3; con respecto al control, T1 y T2, muestran una disminución constante durante el tiempo de almacenamiento. Estos valores se encuentran por encima de los reportados por Sánchez *et al.*, 2018, ya que este presenta valores inferiores a 0.055 para la *Carica papaya L.* mínimamente procesada durante 10 días de almacenamiento; pero similares a los reportados por Concha *et al.*, (2002) para la papaya de monte almacenada a 12 °C durante 20 días

En la tabla 9 (Anexo C) se presenta el análisis de varianza de la papaya andina mínimamente procesada con recubrimientos comestibles a diferentes concentraciones de AE de eucalipto, donde observamos que existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los valores de Acidez, es decir que existe diferencia entre tratamientos y el control; así como para el tiempo de evaluación, con un 95% de nivel de significancia, por lo que fue necesario realizar la prueba de comparación Duncan tal como se muestra en la tabla 10 (Anexo C), donde podemos observar que no existe diferencia entre MC y el T1, pero si

existe diferencia entre estas con T2 y T3; con respecto al tiempo se muestra que existe diferencia significativa entre los 0, 3, 6 y 9 días, pero no entre el 9 y 12 días de almacenamiento.



**Figura 3.** Evolución de la acidez evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C.

Los tratamientos mostraron un comportamiento de disminución, comportamiento inverso al pH. Sánchez (2018) presenta tendencias similares para la papaya tratadas con un recubrimiento a base de almidones extruidos y para el respectivo el control, Ramirez (2012), Dussán *et al.*(2014) muestran comportamientos similares en moras y mango respectivamente con RC y sin el RC. El % de acidez de los frutos del T2 y T3 durante todos los días de almacenamiento estuvo dentro del rango reportados por (Concha *et al.*



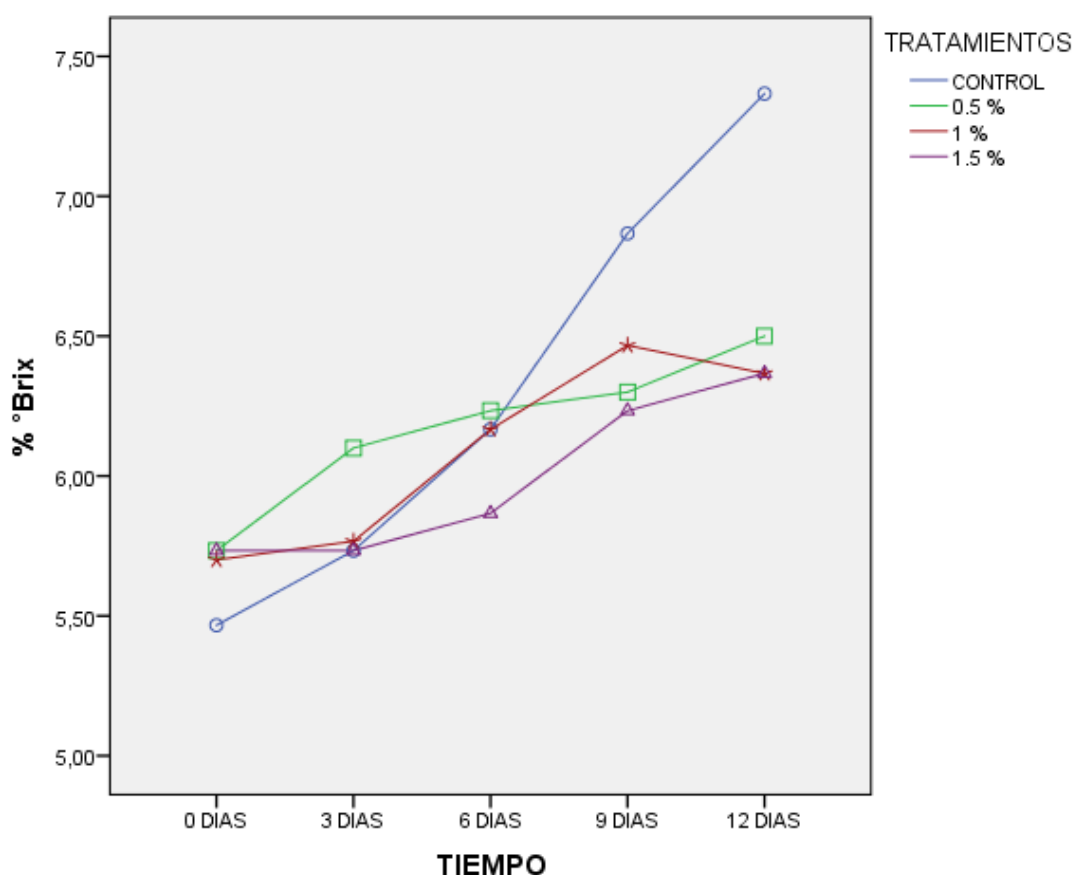
(2002) recomendado para la papaya andina o papaya de monte. Sin embargo, los frutos de la MC y T1 mostraron rangos inferiores a partir del día 6 y 9 respectivamente donde presentaron disminuciones mayores en más corto tiempo. Esto puede estar relacionado a que los frutos sin RC presentan mayores tasas de respiración, puede producir una modificación en la atmosfera interna (Hoa & Ducamp, 2008). además (Han *et al.* (2004), Yaman y Bayoindirli (2002), argumentan que el RC retrasa la senescencia de la fruta, por consiguiente retrasan la oxidación de los ácidos orgánicos, sustratos de las reacciones enzimáticas de la respiración.

### C. Determinación de sólidos solubles

En la Figura 4 se muestra los sólidos solubles de la papaya andina mínimamente procesada tratada con recubrimiento comestible a base de AE de eucalipto en función del tiempo de almacenamiento, presentando valores como: MC (5.4 a 7.3 ° Brix), T1 (5.7 a 6.5 ° Brix), T2 (5.7 a 6.4 ° Brix) y T3 (5.7 a 6.4 ° Brix), donde podemos observar el aumento constante entre los tratamientos y la MC tiene un aumento superior. Estos valores se encuentran similares a los reportados por Concha *et al.*, (2002) para la papaya de monte almacenada a 12 °C durante 20 días, pero inferiores a los reportados por Sánchez *et al.*, 2018, ya que este presenta valores inferiores de hasta 10°Brix para la *Carica papaya L.* mínimamente procesada durante 10 días de almacenamiento;

En la tabla 11 (Anexo D) se presenta el analisis de varianza de la papaya andina mínimamente procesa sin RC y con RC a diferentes concentraciones de AE de eucalipto, donde observamos que existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los valores de °Brix, es decir que existe diferencia entre tratamientos y la MC; así como para el tiempo de evaluación, con un 95% de nivel de significancia, por lo que fue necesario realizar la prueba de comparación Duncan tal como se muestra en la tabla 12 (Anexo D), donde

podemos observar que existe diferencia entre la MC, T1, T2 y T3; con respecto al tiempo se muestra que existe diferencia significativa entre los días de almacenamiento



**Figura 4.** Evolución de los sólidos solubles evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C.

Los SST presentaron mayor incremento en los frutos sin recubrimiento con los días de almacenamiento, esto se puede ver influenciada por el hidrolisis de los materiales de la pared celular (Concha *et al.*, 2002). Este comportamiento es inverso a la acidez, coincidiendo con Sora *et al.*, (2006) quien estudió la mora con atmósferas modificadas. Concha *et al.*, (2002) estudiaron el comportamiento de la mora castilla tratadas con RC a base de aloe vera resultados con tendencia ascendente. Los resultados obtenidos coinciden también con los presentados por Sánchez *et al.*, (2018) que evidencia la misma

tendencia para la papaya mínimamente procesada, este mismo autor menciona también por qué los tratamientos obtuvieron valores bajos con respecto a la MC justificándose que quizá los recubrimientos crearon una barrera contra el intercambio de gases y por consiguiente una menor actividad metabólica. Ayón *et al.*, (2015) mencionaron que no existe acumulación de azúcares en papaya “Maradol” durante su maduración, incluso bajo el efecto de tratamiento que lo induce, debido principalmente al muy poco almidón presente en la fruta.

#### **D. Determinación de color**

Para poder observar el efecto de la concentración durante el almacenamiento en la variación de color de las muestras de papaya andina mínimamente procesada como se muestran en las figuras 5, 6, 7 y 8.

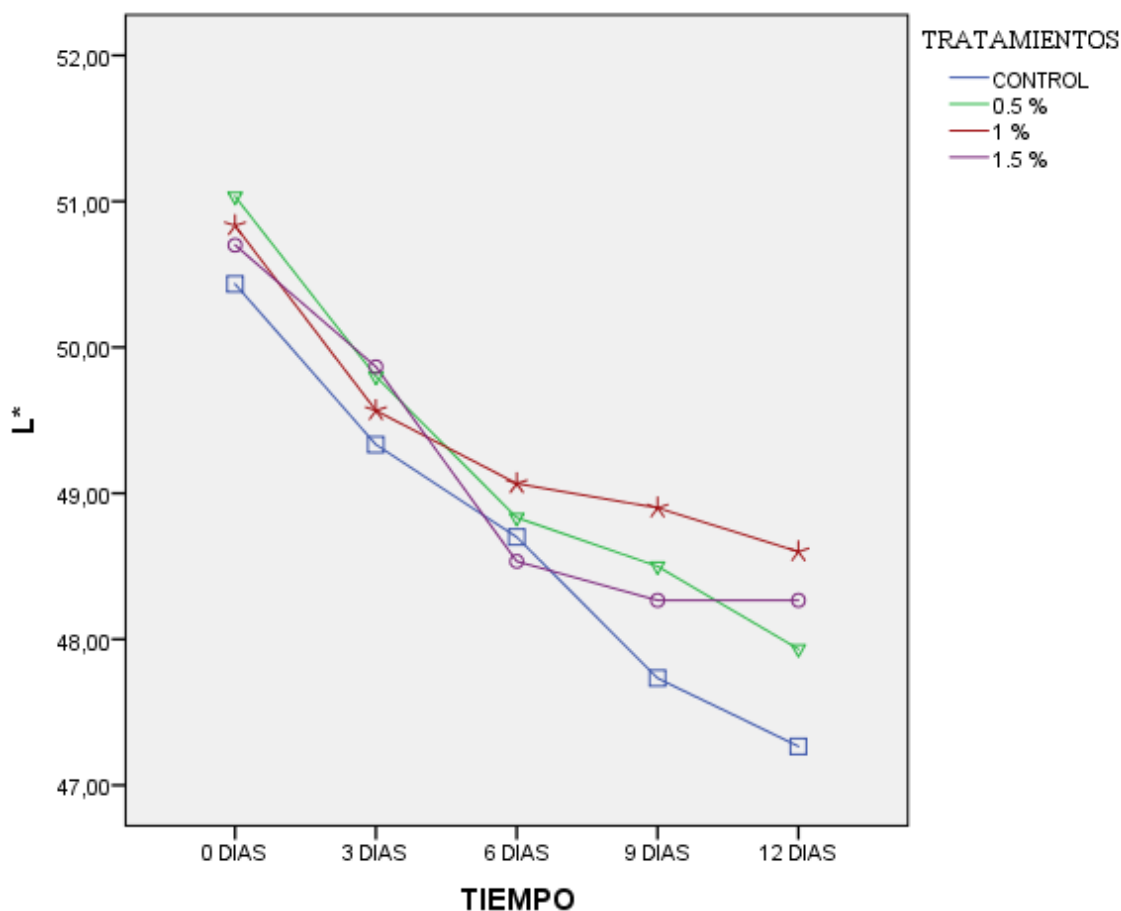
El valor  $a^*$  es un parámetro de color donde un valor alto positivo indica coloraciones rojas y valores negativos indican colores verdes. Por su parte, los valores de  $b^*$  indican colores amarillos (+) y azules (-) (Pérez & Fernández, 2011).

El valor  $L^*$  (una medida de luminosidad) tiene un ámbito de medición de 0 a 100 de oscuro a claro, respectivamente, donde el 0 equivale a negro y el 100 a blanco (Pérez & Fernández, 2011)

El color es uno de los atributos visuales más importantes en papaya, debido a que su coloración amarillenta rojiza característica es un indicativo de su estado de madurez y de una buena calidad (Manhmud *et al.*, 2008).

Como se observa en la Figura 5 notamos que la tendencia de los valores  $L^*$  decrecen en la MC y los tratamientos de la papaya andina mínimamente procesada tratada con recubrimiento comestible a base de AE de eucalipto en función del tiempo de almacenamiento, presentando valores como: MC (50.43-47.27), T1 (51.03-47.93), T2 (50.83-48.60) y T3 (50.70-48.26), donde podemos observar que la luminosidad desciende

en los tratamientos y la MC tiene un descenso superior, resultados similares presento Sánchez *et al.*, (2018) para la papaya mínimamente procesada con RC a base de almidones extruidos. Ramirez (2012), presento valores menores pero con la misma tendencia a disminuir al pasar el tiempo para la mora castilla con RC de gel de sabila.



**Figura 5.** Evolución del parámetro  $L^*$  evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C.

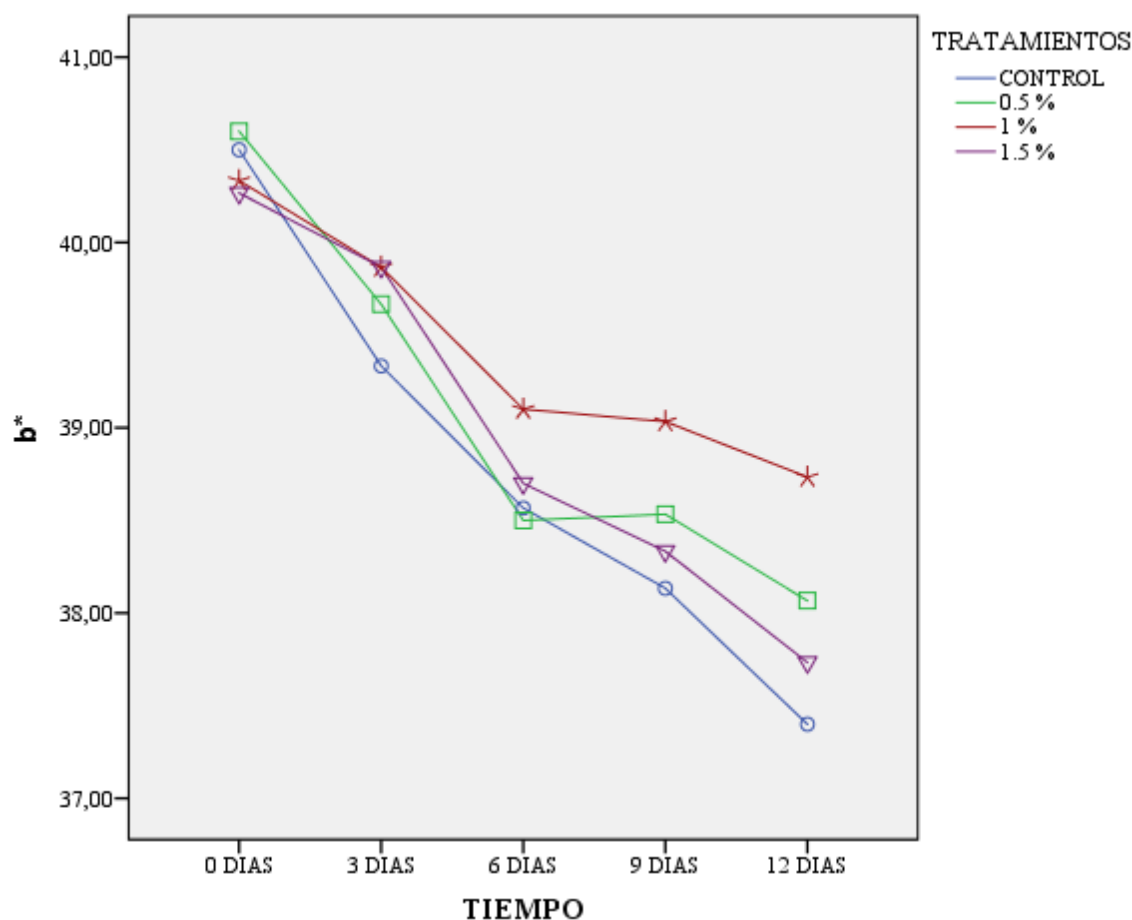
En la tabla 13 (Anexo E) se presenta el analisis de varianza de la papaya andina minimamente procesa sin RC y con RC a diferentes concentraciones de AE de eucalipto, donde observamos que existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los valores del parametro  $L^*$  es decir que existe diferencia entre tratamientos y la MC; asi como para el tiempo de evaluacion, con un 95% de nivel de significancia, por lo que fue necesario

realizar la prueba de comparación Duncan tal como se muestra en la tabla 14 (Anexo E), donde podemos observar que existe diferencia entre la MC, y los tratamientos, entre el T1, T2 y T3 no hubo diferencia significativa; con respecto al tiempo se muestra que existe diferencia significativa entre los días de almacenamiento.

Los valores de  $L^*$  siempre se mantuvieron en un descenso constante es por ello que los recubrimientos comestibles no afectaron a  $L^*$ , sin embargo, si existió diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) principalmente entre la MC y los tratamientos esto debido posiblemente a que se presenta reacciones de Pardeamiento oxidativo y también pérdida de humedad que se pueden generar durante el almacenamiento (Hernández *et al.*, 2006) (Trejo & Pérez, 2007).

La menor proporción en el cambio de  $L^*$  para la papaya andina con RC se pudo presentar debido al retraso de los procesos de oxidación enzimática que generan el Pardeamiento (Ramirez, 2012).

En la Figura 6 se presenta el comportamiento de la coordenada cromática  $b^*$  en papaya andina mínimamente procesada sin RC y tratadas con recubrimiento comestible a base de AE de eucalipto en función del tiempo de almacenamiento, presentando valores como: MC (40.5-37.4), T1 (40.6-38.07), T2 (40.3-38.73) y T3 (40.27-37.73), donde podemos observar la disminución constante entre los tratamientos y la MC. Estos valores se encuentran similares a los reportados por Sánchez *et al.*, (2018) para la papaya almacenada a 5 °C durante 10 días, Dussán *et al.*, (2014), presenta valores similares para el mango mínimamente procesada almacenadas a 5°C durante 24 días, pero a los reportados por , Ramirez (2012), presento valores menores pero con la misma tendencia a disminuir al pasar el tiempo para la mora castilla con RC de gel de sabila.



**Figura 6.** Evolución del parámetro  $b^*$  evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C.

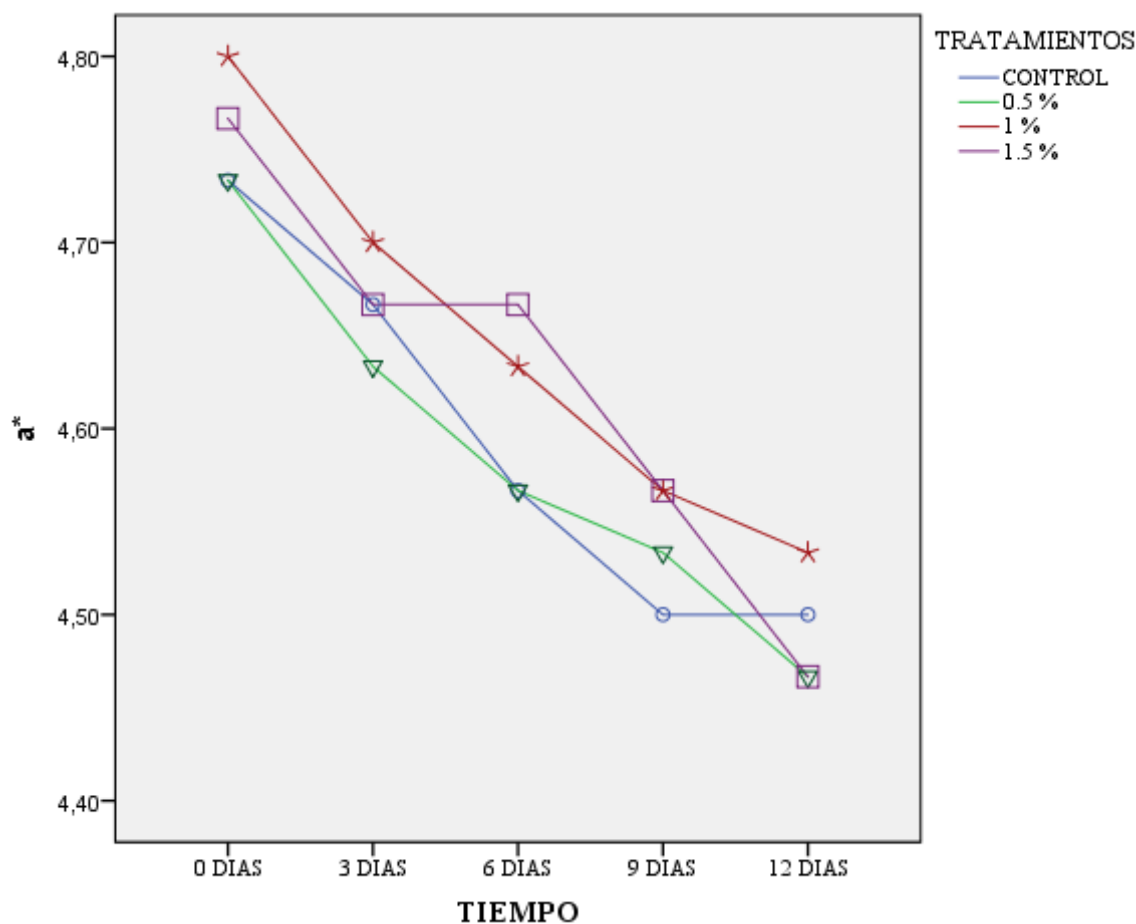
En la tabla 15 (Anexo E) se presenta el análisis de varianza de la papaya andina minimamente procesa sin RC y con RC a diferentes concentraciones de AE de eucalipto, donde observamos que no existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los valores del parámetro  $b^*$ , con un 95% de nivel de significancia.

La MC en el día 6 se comportó como un grupo homogéneo con los frutos de T1 y T3 con RC. En cuanto al factor tiempo se encontró una diferencia significativa por lo que fue necesario realizar la prueba de comparación Duncan tal como se muestra en la tabla 16 (Anexo E), donde podemos observar que existe diferencia entre los días de almacenamiento, donde el control al día 0 tuvo un valor promedio de 40.50 y para el día

12 declino a 37.4, para T1 al día 0 tuvo un valor promedio de 40.6 y para el día 12 declino a 38.07), T2 al día 0 tuvo un valor promedio de 40.3 y para el día 12 declino a 38.73 y T3 al día 0 tuvo un valor promedio de 40.27 y para el día 12 declino a 37.73. La disminución que se presentó de este parámetro en los frutos control y en los frutos con RC puede ser atribuido a la deshidratación superficial del fruto (Ismaila *et al.*, 2008).

En la Figura 7 se muestra del parámetro  $a^*$  en papaya andina mínimamente procesada sin RC y tratadas con recubrimiento comestible a base de AE de eucalipto en función del tiempo de almacenamiento, presentando valores como: MC (4.73 a 4.5), T1 (4.73 a 4.47), T2 (4.8 a 4.53) y T3 (4.47 a 4.47), donde podemos observar la disminución constante entre los tratamientos y la MC. Esta tendencia se encuentra similares a los reportados por Ramirez (2012), presento valores superiores pero con la misma tendencia a disminuir al pasar el tiempo para la mora castilla con RC de gel de sabila.

Los tratamientos y el control tuvieron un descenso en los valores comparados desde el día 0 hasta el final del almacenamiento en el día 12 (figura 7). Así, este recubrimiento promueve un ligero retraso del desarrollo del color de la epidermis en comparación con la MC. La disminución de los valores de  $a^*$  (disminución del color rojizo oscuro) se ve afectada probablemente con el incremento de la tasa de respiración y de los procesos enzimáticos que conducen a reacciones de Pardeamiento u oscurecimiento enzimático (Del Valle *et al.*, 2005)



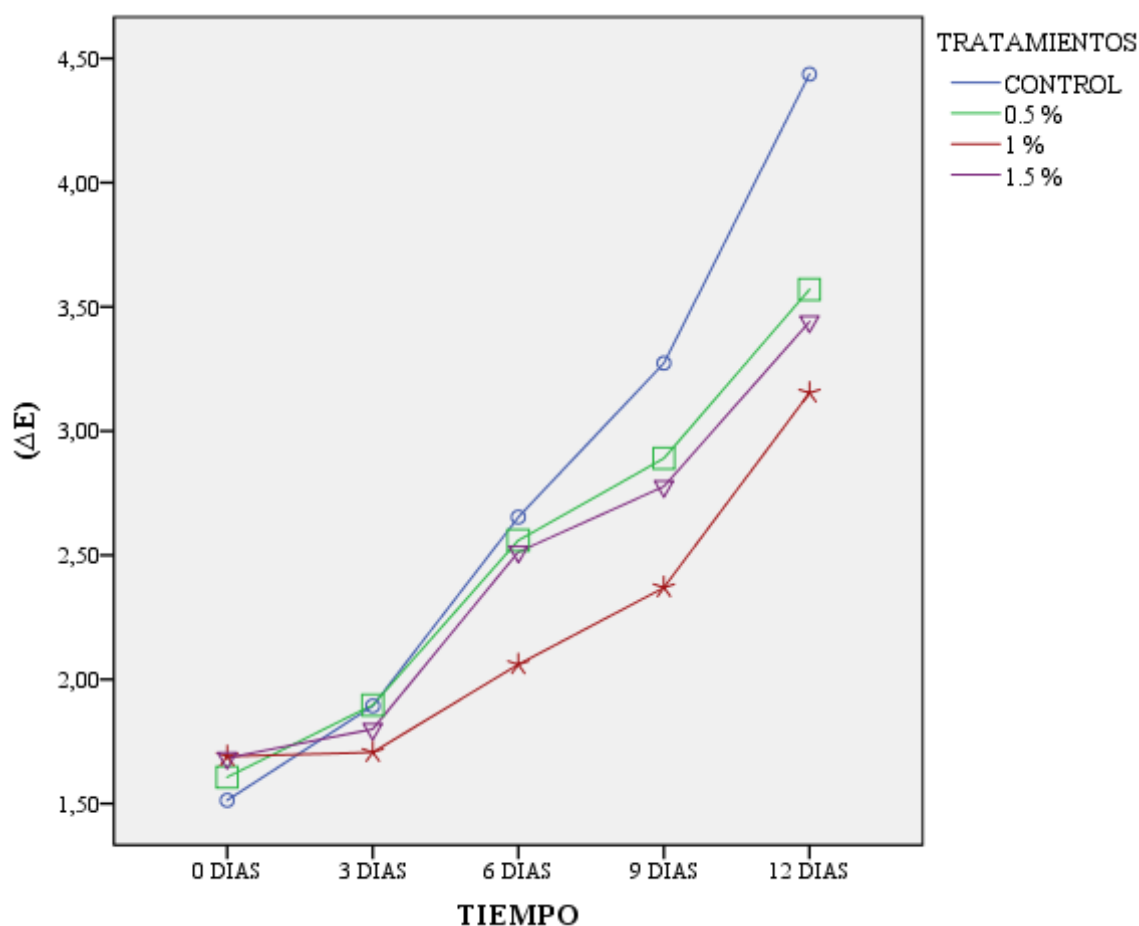
**Figura 7.** Evolución del parámetro  $a^*$  evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C.

Además la reducción de las coordenadas de  $a^*$  y  $b^*$  se ve traducida en la pérdida de la tonalidad amarilla, lo que puede indicar evidencia del Pardeamiento enzimático (Ramirez, 2012).

El delta E ( $\Delta E^*$ ) es la diferencia de color entre dos muestras menciona que la percepción de dichas diferencias de color depende de la magnitud de éstas (Tabla 6). Por su parte, Obón et al. (2008) indican que, con un valor entre 1,5 y 5, la diferencia de color podría ser distinguida por la vista, mientras que si el valor es mayor a 5 es evidente esta diferencia.



En la Figura 8 se muestra el delta de E en papaya andina mínimamente procesada sin RC y tratadas con recubrimiento comestible a base de AE de eucalipto en función del tiempo de almacenamiento, presentando valores como: MC (1.51 a 4.44), T1 (1.61 a 3.57), T2 (1.69 a 3.15) y T3 (1.68 a 3.44), donde podemos observar el aumento constante entre los tratamientos y la MC. Esta tendencia se encuentra similares a los reportados por Ramirez (2012) y (Restrepo & Aristizábal, 2010), presento valores superiores pero con la misma tendencia pasar el tiempo para la mora castilla con RC de gel de sábila y fresa con RC de gel de sábila respectivamente.



**Figura 8.** Evolución del Delta de E evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C.

En la tabla 19 (Anexo E) se presenta el análisis de varianza de la papaya andina minimamente procesa sin RC y con RC a diferentes concentraciones de AE de eucalipto, donde observamos que existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los valores del  $\Delta E$ , es decir que existe diferencia entre tratamientos y la MC; así como para el tiempo de evaluación, con un 95% de nivel de significancia, por lo que fue necesario realizar la prueba de comparación Duncan tal como se muestra en la tabla 20 (Anexo E), donde podemos observar que existe diferencia entre la MC, T1 y T2; entre T1 y T3 no hubo diferencia; con respecto al tiempo se muestra que existe diferencia significativa entre los días de almacenamiento.

**Tabla 5.** Diferencia de color del sistema CIELAB y grado de percepción

Diferencia de color	Percepción
Hasta 0,2	Imperceptible
0,2 – 0,5	Muy pequeña
0,5 – 1,5	Pequeña
1,5 – 3,0	Evidente
3,0 – 6,0	Muy evidente
6,0 – 12,0	Grande
Mayor a 12,0	Muy grande

**Fuente:** Benzzo (2005).

El valor para  $\Delta E$ , que se conoce como una combinación de las coordenadas CIE Lab, es un parámetro colorimétrico de gran aplicación para evaluar la percepción del color. La diferencia entre las muestras con aceite esencial y las muestras control es mayor, por lo que se reconoce que existe un efecto beneficioso del aceite esencial sobre la reducción en los cambios de color, el cambio de color en las muestras con aceite esencial sería Evidente hasta el día 9 de almacenamiento por el consumidor a simple vista, conforme avanzó el almacenamiento, este cambio de color aumentó en la muestra control, mientras que en las

muestras con aceites hubo un incremento ligero que a simple vista es evidente; en el caso de la MC el cambio es evidente a partir del día 6 de almacenamiento.

Los recubrimientos tienden a retardar los cambios bioquímicos ya que actúan como barrera, alterando la permeabilidad a los gases, conllevando a un incremento del contenido de CO<sub>2</sub>, retrasando los cambios del color externo e interno de la fruta (Hoa & Ducamp, 2008).

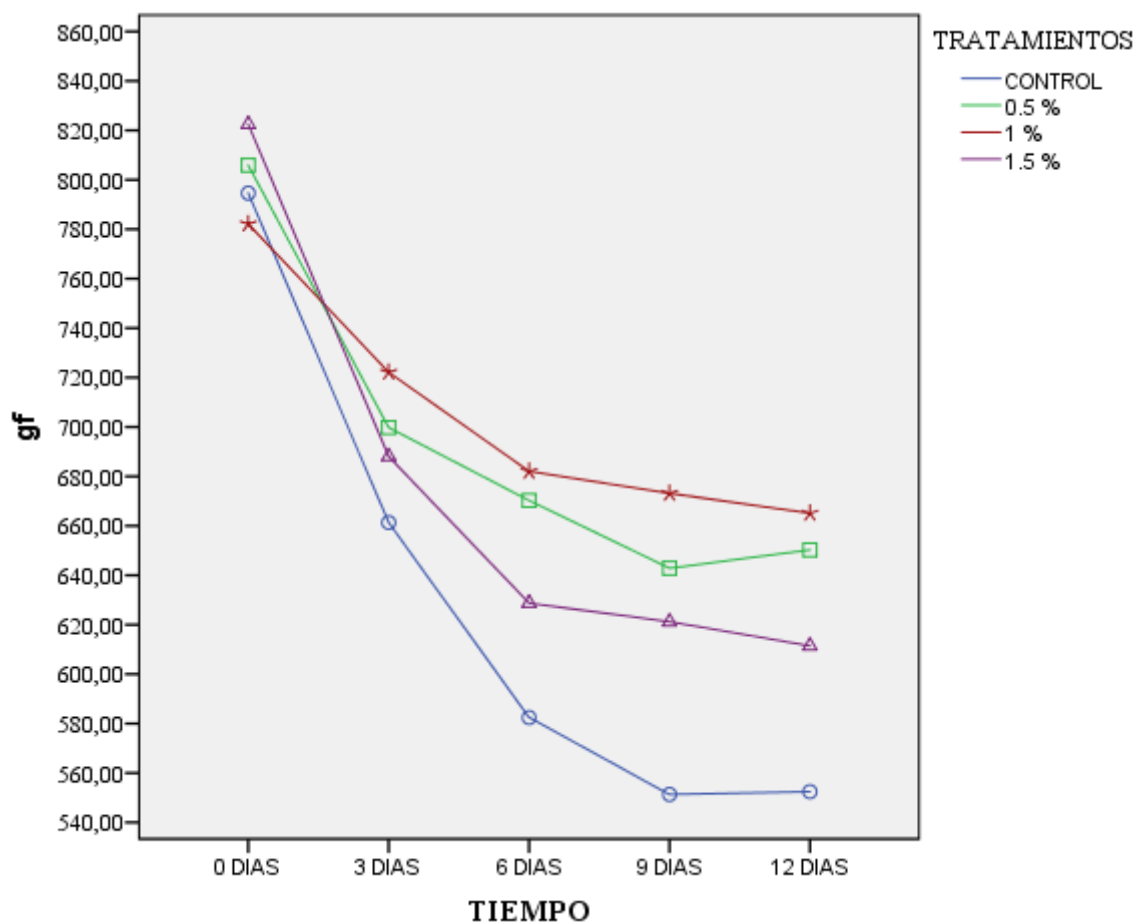
Los recubrimientos comestibles también tienen potencial para transportar y mantener aditivos como agentes antipardecimiento en la superficie de los tejidos vegetales cortados por lo cual tienen gran potencial en la conservación de las propiedades de color, sin afectar sus características naturales (Dussán, Torres, & Reyes, 2014).

#### **E. Determinación de la firmeza**

En la Figura 9 se muestra firmeza en papaya andina mínimamente procesada sin RC y tratadas con recubrimiento comestible a base de AE de eucalipto en función del tiempo de almacenamiento, presentando valores como: MC (794.6 a 552.43gf), T1 (805.87 a 650.25gf), T2 (782.19 a 665.11gf) y T3 (822.44 a 598.13gf), donde podemos observar e la disminución constante entre los tratamientos y la MC. Esta tendencia se encuentra similares a los reportados por Ramirez (2012) y Dussán *et al.*, (2014), presento valores superiores pero con la misma tendencia pasar el tiempo para la mora castilla con RC de gel de sábila y mango con RC de gel de sábila respectivamente.

En la tabla 23 (Anexo G) se presenta el analisis de varianza de la papaya andina minimamente procesa sin RC y con RC a diferentes concentraciones de AE de eucalipto, donde observamos que existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los valores de la Firmeza, es decir que existe diferencia entre tratamientos y la MC; asi como para el tiempo de evaluacion, con un 95% de nivel de significancia, por lo que fue necesario

realizar la prueba de comparación Duncan tal como se muestra en la tabla 24 (Anexo G), donde podemos observar que existe diferencia entre la MC, T1, T2 y T3; con respecto al tiempo se muestra que existe diferencia significativa entre 0, 3 y 6 días de almacenamiento, mas no existe diferencia significativa entre 6, 9 y 12 días



**Figura 9.** Evolución de la firmeza evaluado en la papaya andina sin recubrimiento (MC) y con recubrimiento a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C.

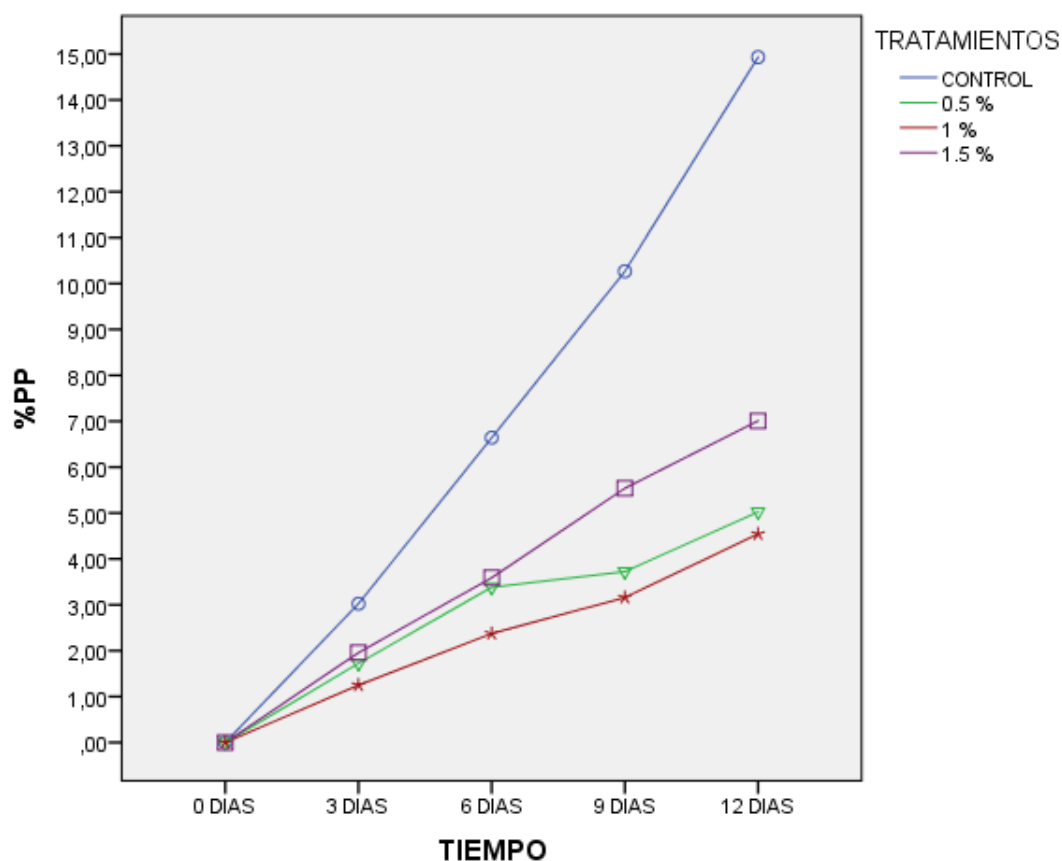
Las propiedades de textura son considerablemente apreciables al consumidor, siendo un aspecto importante para la aceptación del producto. Se realizó un análisis TPA analizando el parámetro de dureza. Disminuyó en todos los tratamientos aunque no predominó un patrón, indicando que el recubrimiento disminuyó la pérdida de firmeza al actuar como barrera ante el

oxígeno, fenómeno relacionado con la disminución de la tasa de respiración encontrada en los tratamientos con recubrimiento (Pérez *et al.*, 2010).

Esto podría explicarse por los procesos de degradación de los polímeros de la pared involucrados en la adhesión celular (protopectinas insolubles) a ácidos pécticos y pectinas más solubles se ven afectados por el RC disminuyendo sus procesos metabólicos. Durante el almacenamiento la pérdida de firmeza se puede ver influenciada por la pérdida de la presión de turgencia, pérdida de aire extracelular y vascular, la degradación de la pared celular, la consecuente pérdida de agua por el rompimiento de las células y a la propia senescencia (Del Valle *et al.*, 2005). Igualmente se puede ver afectada por una mayor migración de vapor de agua a nivel de la superficie favoreciendo el crecimiento de mohos que genera daños estructurales en los tejidos permitiendo su ablandamiento (Almenar, 2006), estos procesos ocurren con una menor rapidez en los frutos con el RC, ya que el recubrimiento actúa como barrera a la migración de vapor de agua.

#### **F. Determinación de Pérdida de Peso**

En la Figura 10 se muestra la pérdida de peso en papaya andina mínimamente procesada sin RC y tratadas con recubrimiento comestible a base de AE de eucalipto en función del tiempo de almacenamiento, presentando valores como: MC (0 a 14.93), T1 (0 a 5.02), T2 (0 a 4.04) y T3 (0 a 7.01), donde podemos observar el aumento constante de los tratamientos y la MC. Esta tendencia se encuentra similares a los reportados por Ramirez (2012), presento valores similares con la misma tendencia al pasar el tiempo para la mora castilla con RC de gel de sábila y Sánchez *et al.*, (2018), presento valores inferiores a los obtenidos para la papaya con RC de almidones extruidos respectivamente.



**Figura 10.** Evolución de pérdida de peso en la papaya andina sin recubrimiento (T0) y papaya andina con recubriendo a diferentes concentraciones de AE de eucalipto 0.5% (T1), 1% (T2) y 1.5% (T3), almacenadas durante 12 días a 12°C.

En la tabla 21 (Anexo F) se presenta el analisis de varianza de la papaya andina minimamente procesa sin RC y con RC a diferentes concentraciones de AE de eucalipto, donde observamos que existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los valores de la Perdida de Peso, es decir que existe diferencia entre tratamientos y la MC; asi como para el tiempo de evaluacion, con un 95% de nivel de significancia, por lo que fue necesario realizar la prueba de comparación Duncan tal como se muestra en la tabla 22 (Anexo F), donde podemos observar que existe diferencia entre la MC, T1, T2 y T3; con respecto al tiempo se muestra que existe diferencia significativa entre 0, 3, 6, 9 y 12 días de almacenamiento, mas no existe diferencia significativa en el día 0 entre los tratamientos y la MC.

La pérdida de peso de la papaya andina fue diferente estadísticamente al comparar los tratamientos control y con recubrimiento a partir del día 3 de almacenamiento. Esto puede deberse a la acción de barrera que ejerce sobre el transporte de masa y difusión del vapor de agua (Restrepo & Aristizábal, 2010). Los resultados coinciden también con otros tipos de RC donde se utilizó cera carnauba en emulsión como los presentados por Han *et al.*, (2004), para fresa y frambuesa, Hoa y Ducamp, (2008) para mango.

El contenido de agua de los productos frutícolas tiene una gran influencia en su calidad capacidad de conservación después de la recolección. Los productos hortofrutícolas frescos, están compuestos principalmente por agua (90%-95%), es debido a esto que incluso las pérdidas de agua más pequeñas (< 1%), pueden originar cambios fisiológicos que tienen un impacto muy negativo en la calidad y en la capacidad de almacenamiento. La pérdida de agua conlleva un deterioro del aspecto (marchitamiento, arrugamiento, aceleración en el desarrollo de lesiones), alteración de textura e incluso mermas en la calidad nutricional (Molocho & Orbegoso , 2016).

Los frutos frescos pierden el agua por evaporación en el aire que los rodea. Incluso los productos que no han sufrido ninguna lesión pierden algo de agua durante su almacenamiento y manipulación pos cosecha. La fuerza que impulsa la pérdida de agua es el gradiente de concentración entre el vapor de agua en el interior de los espacios intercelulares del producto y el vapor de agua del entorno en el que se encuentra (Molocho & Orbegoso , 2016).

En frutas y hortalizas el fenómeno de la transpiración que es la eliminación de vapor de agua reviste igual importancia que el de la respiración. Esta pérdida de agua no tiene compensación y por lo tanto se traduce en pérdidas de peso considerable, arrugado de la piel, etc. La transpiración es afectada por factores como el tamaño del producto, daños en las cáscaras, humedad relativa, temperatura y movimiento del aire o ventilación (Gonzales, 2015).

#### 4.2 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA PAPAYA ANDINA MÍNIMAMENTE PROCESADA CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO

En la tabla 6 se observa los valores de K y tiempo de vida útil de la papaya andina, se puede inferir que se logró prolongar el tiempo de vida útil en el T2 de 9.15 días con respecto a los otros tratamientos y MC.

**Tabla 6.** Valores de k y tiempo de vida útil para la papaya andina en función al pH.

Concentraciones de AE de Eucalipto	Valores de k	Tiempo de vida útil (días)
MC	0.132	3.03
AE 0.5%	0.0912	6.58
AE 1%	0.1017	9.15
AE 1.5%	0.0667	5.69

Fuente: Elaboración propia (2019)

Ramírez J., (2012), utilizó recubrimientos a base de Sábila (Aloe Vera) que extiende la vida útil hasta en 5 días para frutillas, Molocho & Orbegoso , (2016), utilizo recubrimiento de aloe vera y aceite esencial de canela extendiendo a 12 días de vida útil para tomates. Al incorporar aceites esenciales en la matriz de estos recubrimientos mejora las propiedades de barrera contra el vapor de agua debido a sus propiedades hidrófobas, y siendo la pérdida de agua la principal causa de pérdida de la calidad del fruto, resulta eficiente la incorporación de estos componentes en los recubrimientos, aplicaciones en frutos de papaya han demostrado que una fruta sin recubrimiento pierde hasta el 14.93% de su peso en 12 días, mientras que una tratada (con recubrimiento) solo pierde entre 5.02 a 7.01% de su peso inicial; a su vez se logra el mantenimiento de aspectos físicos tales como la firmeza y el brillo.



## V. CONCLUSIONES

- La papaya andina mínimamente procesada con recubrimiento comestible a base de aceite esencial de eucalipto presento mejores atributos fisicoquímicos: en la MC a los 3.03 días, en T1 (0.5%) a los 6.58 días, en T2 (1%) a los 9.15 días y en T3 (1.5%) a los 5.69 días de almacenamiento a 12°C, siendo el mejor tratamiento el T2.
- El mejor tratamiento para el tiempo de vida útil de la papaya andina mínimamente procesada tratada con recubrimiento comestible con aceite esencial de eucalipto es el T2 (1 %) presentando 9.15 días de vida útil conservada en refrigeración a 12°C.

## VI. RECOMENDACIONES

Realizar un estudio del recubrimiento comestible con aceite esencial de eucalipto sobre microorganismos específicos.

Realizar estudios similares sobre recubrimiento comestible para evaluar la estabilidad, el comportamiento de vitaminas y antioxidantes presentes en la papaya andina.

Utilizar el recubrimiento como vehículo de micronutrientes de baja presencia en la fruta o de bajo consumo en la dieta de alguna población específica.

## VII. REFERENCIAS

- Almenar, R. (2006). *Envasado Activo de fresas silvestres*. Valencia, España: Universidad de Valencia. Tesis Doctoral.
- Anzueto, C. (2012). *Modelos matemáticos para estimación de vida útil de alimentos*. San Salvador, Guatemala: FOOD y BEVERAGE.
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of Analysis*. Gaithersburg, Maryland EUA: Ed. Horwitz. W.
- Arenas, C. e. (2013). Evaluación del efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible en melones (Cucumismo l., var. cantaloupe) cortados y almacenados en refrigeración. *Saber*, 2(25), 218-226.
- Atalaya, R. (2017). *OBTENCIÓN DE UN FILTRANTE DE PAPAYITA DE MONTE (Carica pubescens) UTILIZANDO DOS TÉCNICAS DE SECADO Y DIFERENTES PARTES DEL FRUTO*. CHACHAPOYAS-PERÚ: UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.
- Avila, R., & López, A. (2008). Aplicación de sustancias antimicrobianas a películas y recubrimientos comestibles. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 2(2), 4 - 13.
- Ayón, L., Tamayo, R., Cárdenas, F., López, M., López, G., López, H., . . . Vega, M. (2015). Effectiveness of Hydrothermal-Calcium Chloride Treatment and Chitosan on Quality Retention and Microbial Growth during Storage of Fresh-Cut Papaya. *Journal of Food Science*, C1-C8.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, & Idaom, M. (2008). Biological effects of essential oils– A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 446–475.
- Benzo, M. (2005). *Determinación objetiva del color en la elaboracion de pastas modelo de embutidos crudo-curados*. Santa Fé., Argentina: Tesis Magister en Tecnología y ciencias de Alimentos. Universidad Nacional del Litotal.
- Bosmediano, E. F., & Coronel, J. (2014). *Efecto del procesamiento de productos derivados del Chaburo en la Actividad Antioxidante*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.

- Bosquez, E., Ronquillo, E., Bautista, S., Verde, J., & Morales, J. (2010). Evaluation of the inhibitory effect of essential oils against *Colletotrichum gloeosporioides* and *Rhizopus stolonifer* in stored papaya fruit and their possible application in coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 57, 132–137.
- Cando, M. (2010). *El empleo del CMC y carragenina en leche saborizada de cocoa (Theobroma cacao L.)*. Ampato: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS.
- Carrillo, M. L., & Reyes, A. (2013). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3).
- Casp, A., & Abril, J. (2000). *Proceso de conservación de alimentos* (1ra ed.). Madrid, España.
- Chauca, F. E. (2014). *Proyecto de Pre-factibilidad para la instalación de una planta industrial de néctar de papaya arequipeña (carica papaya arequipensis) enriquecida con Quinoa (chenopodium quinoa Willd) en la ciudad de arequipa*. arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- Concha, J., Guevara, A., & Araujo, M. (2002). Obtención de polvo de papaya de monte (carica Pubescens) por atomización. *Ingeniería UC*, 9(1).
- De León, M. L., & Cano, T. M. (2008). *Comparación del rendimiento del aceite esencial de dos especies de Eucalipto (Eucalyptus citriodora Hook y Eucalyptus camaldulensis dehn), aplicando el método de hidrodestilación a nivel laboratorio*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Del Valle, D., Hernández, P., Guarda, A., & Galotto, M. (2005). Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus Indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chem*, 91(4), 751-756.
- Domínguez, I. (2007). *“Elaboración de Barras de Granola con Frutas Deshidratadas”*. Quito, Ecuador: proyecto de Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial.
- Dussán, S., Torres, C., & Reyes, P. M. (2014). Efecto del recubrimiento comestible sobre los atributos Fisicoquímicos de mango ‘Tommy Atkins’ mínimamente procesado y refrigerado. *Acta agronomica*, 63(3), 212-221.

- Escobar, A., Márquez, C. J., Restrepo, C. E., Cano, J. A., & Patiño, J. H. (2014). Aplicación de tratamiento térmico, recubrimiento comestible y baño químico como tratamientos poscosecha para la conservación de hortalizas mínimamente procesadas. *Acta Agronómica*, 63(1), 1 - 10.
- Felton, G., & Bosisto's. (2009). *Eucalyptus Oil*. Obtenido de Eucalyptus Oil: <http://www.eucalyptusoil.com/eucalyptus-oils/eucalyptus-polybractea>
- García, C., & Molina, M. E. (2008). Estimacion de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas. *Revista de la Universidad de Costa Rica*, 18(12), 57-64.
- García, L. (2002). *Características del aceite esencial de Palo santo (Bursera graveolens (H:B:K:) Triana & Planchon) obtenido por dos métodos de destilación*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- García, M. A. (2008). Películas y cubiertas de quitosano en la conservación de vegetales. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 18(1), 71-76.
- Garrigues, J., Fuentes, A., & Talens, P. (2017). Aplicación de recubrimientos comestibles a base de aceites esenciales en aceitunas de mesa comercializadas sin líquido de gobierno. *Instituto de Ingeniería de Alimentos para el desarrollo*.
- Gonzales, J. (2015). *Empleo de un recubrimiento comestible natural utilizando la sábila (Aloe vera) para mitigar en deterioro de la guayaba (Psidium guajava L.)*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí: Ecuador.
- González, C., & Verónica, M. (2010). *Conservación de mora, uvilla y frutilla mediante la utilización de aceite esencial de canela (Cinnamomum zeynalicum)*. (T. d. Pregrado, Ed.) Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Técnica de Chimborazo.
- Han, C., Zhao, Y., Leonard, S., & Traber, M. (Julio de 2004). Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria* × *ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). *Postharvest Biol Tec.*, 33(1), 67–78.
- Heredia, P. (2000). *Elaboración de Néctar de Papaya (Carica pubescens)*. Arequipa, Perú: Facultad de Ingeniería de Procesos Universidad Nacional de San Agustín.
- Hernández, E., Carlos, N., Inostroza, L., Bautista, N., Byrne, R., Alencastre, A., . . . Sueros, S. (2014). Evaluación química y tecnológico-Nutricional de "Papaya de Altura" (*Carica pubescens*). *Ciencia e Investigación*, 17(2), 88-91.

- Hernández, P., Almenar , E., Ocio, M., & Gavara, R. (2006). Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*) Postharvest. *Postharvest Biol Technol*, 39(3), 247–253.
- Hoa, T., & Ducamp, M. (Abril de 2008). Effects of different coatings on biochemical changes of "cat Hoa loc" mangoes in storage. *Postharvest Biol Tec*, 48(1), 150–152.
- Ismaila, B., Haffarb, I., Baalbakic, R., & Henry, J. (2008). Physico-chemical characteristics and sensory quality of two date varieties under commercial and industrial storage conditions. *LWT*, 41, 896-904.
- Joo, M., Lewandowski , N., Auras, R., Harte, J., & Almenar, V. (2011). Comparative shelf life study of blackberry fruit in bio-based and petroleum-based containers under retail storage conditions. *Food Chem*, 126(4), 1734–174.
- Mamani, R. S. (2016). *EFEECTO ANTIMICROBIANO DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (Origanum vulgare) SOBRE Escherichia coli O157:H7, Listeria monocytogenes Y Salmonella spp. EN LA CARNE DE CUY (Cavia porcellus)*". Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Man, D. (2004). *La calidad de los alimentos*. Zaragoza, . Editorial Acribia S. A, España: Editorial Acribia S. A.
- Manhmud, T. M., Al Eryani, A., Syed, S. R., Mohamed, A. R., & Abdual, R. (2008). Effects of different concentrations and applications of calcium on stronge life and physiochemical characteristic of papaya (*Carica Papaya L.*). *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 3, 526-533.
- McHugh, T., & Senesi, E. (2000). Apple wraps: A novel method to improve the quality and extend the shelf life of fresh-cut apples. *Journal of Food Science*, 65(3), 480-485.
- Molocho, L. V., & Orbegoso , L. C. (2016). *Evaluación del efecto de un recubrimiento a base de sábila (aloe vera) y aceite esencial de canela (Cinnamomum verum) en el tiempo de vida útil del tomate (Lycopersicum esculentum Mill) roma*. Pimentel, Lambayeque, Perú: Universidad Señor de Sipán.
- Moreno, R. (2010). *Uso de recubrimientos comestibles en frutas hortalizas, Historia y Tendencia*. Coahuila, México: Universidad Autonoma Agraria "Antonio Narro".

- Obón, J. M. (2008). Production of a red- purple food colorant from *Opuntia strcta* fruits by spray drying and its application in food model systems. ., *Journal of Food engineering*, 90(4), 471-479.
- Oms, G., Rojas, M., Alandes, L., Varela, P., & Soliva, R. (2010). Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review Postharvest. *Biology and Technology*, 57, 139–148.
- Pazanese, M. (2016). Tecnologías para la industria alimentaria: películas y recubrimientos comestibles. *Alimentos Argentinos minAgri*(7), 1-11.
- Pérez, E. (2014). *Efecto genotóxico in vitro de plantas medicinales antibacterianas Spartium junceum L. "retama", Caesalpinia spinosa (Malina) Kuntze "tara" y Eucaliptus globulus Labi/1 "eucal~pto". Aya cucho - 2013. . Huamanga: Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga.*
- Pérez, J., & Fernández, J. (2011). *Color Measurements on Muscle-Based Foods. In Nollet, L. & Toldrá, F., eds. Florida: Sensory Analysis of foods of Animal Origin.*
- Pérez, M. B., González, G. A., & Oliva, G. I. (2010). Edible coatings for fruits and vegetables. *Stewart Postharvest Review*, 6(3), 1-14.
- Quilca, C. Y. (2011). *Rendimiento de aceites esenciales en hojas y opérculos de Eucalyptus globulus Labill-bosque el Dorado El Tambo, Huancayo. Huancayo, Perú.*
- Quispe, R. J. (2017). *Modelado matemático de la extracción de aceite esencial de eucalipto (Eucalyptus Globulus s.p.) por destilación con vapor de agua. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.*
- Ramirez, 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). Medellin, Colombia: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.*
- Restrepo, J. I., & Aristizábal, I. D. (2010). Conservación de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch cv. Camarosa) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles del gel mucilaginoso de penca sábila (*Aloe barbadensis* Miller) y cera de carnaúba. *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 17(3), 252-263.

- Ribeiro C, V. A. (2007). Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Postharvest Biol Tec*, 44(1), 63–70.
- Rico, F., Gutierrez, C., & Diaz, C. (2012). EFECTO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES DE QUITOSANO Y ACEITES ESENCIALES EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE MANGO (*Mangifera indica* L.) MÍNIMAMENTE PROCESADO. *Redalyc*, 19(1), 117-119.
- Rodríguez, M. A. (2012). *Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas*. Baja California Sur, México.: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste.
- Rojas, M. F. (2018). *Aplicación de un recubrimiento activo de harina de banano y aceite esencial de jengibre en queso fresco*. Ambato, Ecuador: Facultad de Ciencias e Ingeniería de Alimentos.
- Ruelas, X., Reyes, M., & Valdivia, B. (2013). Conservación de frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas con recubrimientos comestibles. *Revista científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 5(9), 31-37.
- Russo, S. (2013). *Toxicidad, efecto antialimentario y repelente de metabolitos secundarios de Eucalyptus globulus (Labill)(Myrtaceae) sobre coleópteros de importancia agrícola*. Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Naturales y Museo.
- Sánchez, M. A., Aguilar, E., Camacho, I. L., Vega, M. O., Calderón, A., Fitch, P. R., & León, A. P. (2018). Efecto de recubrimiento comestible elaborados con almidones extrudidos sobre cambios de caidad y respiración en papaya (*Carica papaya* L.) minimamente procesada. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de alimentos*, 3, 258-263.
- Sora, D., Fischer, G., & Florez, R. (jul - dec de 2006). Refrigerated storage of mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) fruits in modified atmosphere packaging. *Agron Colombiana*, 24(2), 306-316.
- Speigel, A., & Willey, J. (1995). *Packaging Technology and Cience* (6 ed. ed., Vol. 15). Eds.Shelf life testing.
- Tharanathan, R. (2003). Biodegradable films and composite coating: Past, present and future. *Trends in Food Science and Technology*, 14, 71 - 78.



- Trejo, K., & Pérez, C. (2007). Efecto de la aplicación de un Recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa (*Fragaria Vesca L.*) almacenada en refrigeración. *V Congreso iberoamericano de tecnología poscosecha y agro exportaciones.*, 978-984.
- Vásquez, M. C., & Guerrero, J. A. (2013). Recubrimiento de frutas con biopelículas. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 7(2), 5-14.
- Velarde, K. P., & Pañaranda, N. E. (2017). *Diseño y construcción de un modulo experimental pra la determinación del índice de respiración por titulación en papaya arequipeña (carica pubescens) y palta hass (persea americana Mill)*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Velázquez, A., & Guerrero, J. (2013). Recubrimientos en frutas con biopelículas. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 2, 23-29.
- Velázquez, A., & Guerrero, J. (2014). Algunas investigaciones recientes en recubrimientos comestibles aplicados en alimentos. e. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 2, 5-12.
- Velázquez, M. (2013). *Evaluación del efecto antibiótico in vivo del eucalyptus globulus Labill en oryctolagus cuniculus con pasteurelosis*. Morelia: Universidad de San Nicolás de Hidalgo.
- Vogel, A. (2015). *Plant Encyclopedia*. Obtenido de <https://www.avogel.ca/en/plant-encyclopedia/>
- Yaman, O., & Bayoindirli, L. (Marzo de 2002). Effects of an Edible Coating and Cold Storage on Shelf-life and Quality of Cherries. *Lebensm.-Wiss. Technology*, 35(2), 146–150.
- Yang, L., & Paulson, A. T. (2000). Mechanical and Water Vapour Barrier Properties of Edible Gellan Films. *Food Research International*, 33, 563-570.
- Zapana, J. (2011). *Elaboración de nectar de papaya de montaña (carica pubescens) y evaluación de su vida en anaquel en tres tipos de envase*. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.

ANEXOS

ANEXO A. Panel fotográfico

<p>Papaya andina</p>	<p>Recubrimiento Comestible</p>	<p>Almacenamiento de la papaya andina</p>
<p>Determinación de Acidez</p>	<p>Determinación de pH</p>	<p>Determinación color</p>
<p>Determinación de Firmeza</p>	<p>Determinación de pérdida de peso</p>	<p>Determinación de solidos solubles</p>

**ANEXO B. Análisis de varianza para la variable pH y comparación Duncan.****Tabla 7.** ANVA de pH de la papaya andina mínimamente procesada

<b>Origen</b>	<b>suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	13,949	19	,734	53,990	,000
TRATAMIENTOS	1,452	3	,484	35,584	,000
TIEMPO	9,157	4	2,289	168,355	,000
TRATAMIENTOS * TIEMPO	3,340	12	,278	20,469	,000
Error	,544	40	,014		
Total	2098,494	60			
Total corregido	14,493	59			
<b>R-ajustada</b>	<b>C.V. (%)</b>	<b><math>\mu</math></b>	<b><math>\sigma</math></b>		
0,952	8,409	5,8935	0,49563		

**Tabla 8.** Prueba de comparación Duncan para el pH de la papaya andina mínimamente procesada

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>N</b>	<b>DIAS</b>				
		<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
Control	12	a	a	b	c	d
T1	12	e	e	f	g	h
T2	12	i	i	j	k	l
T3	12	e	e	f	g	h

**ANEXO C. Análisis de varianza para la variable acidez y comparación Duncan.****Tabla 9.** ANVA de acidez de la papaya andina mínimamente procesada

<b>Origen</b>	<b>suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	,046	19	,002	8,807	,000
TRATAMIENTOS	,005	3	,002	6,600	,001
TIEMPO	,039	4	,010	35,342	,000
TRATAMIENTOS * TIEMPO	,002	12	,000	,514	,893
Error	,011	40	,000		
Total	9,842	60			
Total corregido	,057	59			
<b>R-ajustada</b>	<b>C.V. (%)</b>	<b>μ</b>	<b>Σ</b>		
0,710	7.699	0,4038	0,03109		

**Tabla 10.** Prueba de comparación Duncan para la acidez de la papaya andina mínimamente procesada

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>N</b>	<b>DIAS</b>				
		<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
Control	12	a	b	c	d	d
T1	12	a	b	c	d	d
T2	12	e	f	g	h	h
T3	12	e	f	g	h	h

**ANEXO D. Análisis de varianza para la variable solidos solubles totales y comparación Duncan.**

**Tabla 11.** ANVA de solidos solubles de la papaya andina mínimamente procesada

Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	11,821	19	,622	23,330	,000
TRATAMIENTOS	,887	3	,296	11,092	,000
TIEMPO	8,326	4	2,081	78,053	,000
TRATAMIENTOS *	2,608	12	,217	8,149	,000
TIEMPO					
Error	1,067	40	,027		
Total	2277,320	60			
Total corregido	12,887	59			
<b>R-ajustada</b>	<b>C.V. (%)</b>	<b>μ</b>	<b>Σ</b>		
0,878	7.61	6,1433	0,46736		

**Tabla 12.** Prueba de comparación Duncan para los sólidos solubles de la papaya andina mínimamente procesada

TRATAMIENTO	N	DIAS				
		0	3	6	9	12
Control	12	a	b	c	d	e
T1	12	f	g	h	i	j
T2	12	fk	gl	hm	in	jo
T3	12	k	l	m	n	o

**ANEXO E. Análisis de varianza para la variable color y comparación Duncan.**

**Tabla 13.** ANVA de color parámetro L\* de la papaya andina mínimamente procesada

<b>Origen</b>	<b>suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	64,833	19	3,412	14,257	,000
TRATAMIENTOS	3,994	3	1,331	5,562	,003
TIEMPO	58,223	4	14,556	60,818	,000
TRATAMIENTOS * TIEMPO	2,615	12	,218	,911	,545
Error	9,573	40	,239		
Total	144772,110	60			
Total corregido	74,406	59			
<b>R-ajustada</b>	<b>C.V. (%)</b>	<b>μ</b>	<b>Σ</b>		
0,810	2,287	49,1083	1,12299		

**Tabla 14.** Prueba de comparación Duncan para color parámetro L\* de la papaya andina mínimamente procesada

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>N</b>	<b>DIAS</b>				
		<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
Control	12	a	b	c	d	d
T1	12	e	f	g	h	h
T2	12	e	f	g	h	h
T3	12	e	f	g	h	h

**Tabla 15.** ANVA de color parámetro b\* de la papaya andina mínimamente procesada

<b>Origen</b>	<b>suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	51,686	19	2,720	4,170	,000
TRATAMIENTOS	3,091	3	1,030	1,580	,209
TIEMPO	45,998	4	11,499	17,628	,000
TRATAMIENTOS * TIEMPO	2,597	12	,216	,332	,978
Error	26,093	40	,652		
Total	91634,420	60			
Total corregido	77,779	59			
<b>R-ajustada</b>	<b>C.V. (%)</b>	<b>μ</b>	<b>σ</b>		
0,505	2,939	39,0633	1,14817		

**Tabla 16.** Prueba de comparación Duncan para color parámetro b\* de la papaya andina mínimamente procesada

TRATAMIENTO	N	DIAS				
		0	3	6	9	12
Control	12	a	ab	b	c	d
T1	12	a	ab	b	c	d
T2	12	a	ab	b	c	d
T3	12	a	ab	b	c	d

**Tabla 17.** ANVA de color parámetro a\* de la papaya andina mínimamente procesada

Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,583	19	,031	,825	,667
TRATAMIENTOS	,036	3	,012	,323	,809
TIEMPO	,526	4	,132	3,538	,015
TRATAMIENTOS * TIEMPO	,021	12	,002	,046	1,000
Error	1,487	40	,037		
Total	1279,040	60			
Total corregido	2,069	59			
<b>R-ajustada</b>	<b>C.V. (%)</b>	<b>μ</b>	<b>σ</b>		
0,282	4,059	4,6133	0,18728		

**Tabla 18.** Prueba de comparación Duncan para color parámetro a\* de la papaya andina mínimamente procesada

TRATAMIENTO	N	DIAS				
		0	3	6	9	12
Control	12	a	ab	bc	cd	d
T1	12	a	ab	bc	cd	d
T2	12	a	ab	bc	cd	d
T3	12	a	ab	bc	cd	d

**Tabla 19.** ANVA de color parámetro  $\Delta E$  de la papaya andina mínimamente procesada

<b>Origen</b>	<b>suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	36,610	19	1,927	37,458	,000
TRATAMIENTOS	2,364	3	,788	15,319	,000
TIEMPO	31,855	4	7,964	154,817	,000
TRATAMIENTOS * TIEMPO	2,391	12	,199	3,873	,001
Error	2,058	40	,051		
Total	406,007	60			
Total corregido	38,668	59			
<b>R-ajustada</b>	<b>C.V. (%)</b>	<b><math>\mu</math></b>	<b><math>\sigma</math></b>		
0,922	32,718	2,4743	0,80956		

**Tabla 20.** Prueba de comparación Duncan para color parámetro  $\Delta E$  de la papaya andina mínimamente procesada

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>N</b>	<b>DIAS</b>				
		<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
Control	12	a	b	c	d	e
T1	12	e	f	g	h	i
T2	12	j	k	l	m	n
T3	12	e	f	g	h	i



**ANEXO F. Análisis de varianza para la variable Pérdida de Peso y comparación Duncan.**

**Tabla 21.** ANVA de pérdida de peso de la papaya andina mínimamente procesada

<b>Origen</b>	<b>suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	792,631	19	41,717	130,676	,000
TRATAMIENTOS	202,017	3	67,339	210,933	,000
TIEMPO	453,951	4	113,488	355,489	,000
TRATAMIENTOS * TIEMPO	136,664	12	11,389	35,674	,000
Error	12,770	40	,319		
Total	1721,202	60			
Total corregido	805,401	59			

**Tabla 22.** Prueba de comparación Duncan para la pérdida de peso de la papaya andina mínimamente procesada

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>N</b>	<b>DIAS</b>				
		<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
Control	12	a	b	c	d	e
T1	12	a	f	g	h	i
T2	12	a	j	k	l	m
T3	12	a	n	o	p	q

**ANEXO G. Análisis de varianza para la variable Firmeza y comparación Duncan.****Tabla 23.** ANVA de firmeza de la papaya andina mínimamente procesada

<b>Origen</b>	<b>suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	352872,756	19	18572,250	5,983	,000
TRATAMIENTOS	51268,409	3	17089,470	5,505	,003
TIEMPO	279191,824	4	69797,956	22,485	,000
TRATAMIENTOS * TIEMPO	22412,522	12	1867,710	,602	,828
Error	124169,858	40	3104,246		
Total	27845520,38	60			
Total corregido	477042,614	59			
<b>R-ajustada</b>	<b>C.V. (%)</b>	<b><math>\mu</math></b>	<b><math>\sigma</math></b>		
0,616	13,31	675,3823	89.91923		

**Tabla 24.** Prueba de comparación Duncan para Firmeza de la papaya andina mínimamente procesada

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>N</b>	<b>DIAS</b>				
		<b>0</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
Control	12	a	b	c	c	c
T1	12	d	e	f	f	f
T2	12	d	e	f	f	f
T3	12	a	b	c	c	c

**ANEXO H. Resultados de la evaluación de la investigación****pH – tiempo de almacenamiento de la papaya andina**

<b>TIEMPO</b>	<b>R</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	5.00	5.55	5.55	5.60
	<b>2</b>	5.30	5.70	5.60	5.75
	<b>3</b>	5.10	5.60	5.60	5.65
<b>3</b>	<b>1</b>	5.40	5.30	5.50	5.60
	<b>2</b>	5.50	5.60	5.40	5.40
	<b>3</b>	5.40	5.40	5.65	5.40
<b>6</b>	<b>1</b>	6.00	5.70	5.56	5.83
	<b>2</b>	6.10	5.78	5.71	5.78
	<b>3</b>	6.26	5.86	5.63	5.94
<b>9</b>	<b>1</b>	6.90	6.20	5.80	6.20
	<b>2</b>	6.80	5.90	5.70	6.20
	<b>3</b>	6.76	6.00	5.80	6.00
<b>12</b>	<b>1</b>	7.00	6.30	5.90	6.30
	<b>2</b>	7.20	6.40	5.80	6.65
	<b>3</b>	7.10	6.20	6.20	6.60

**Acidez – tiempo de almacenamiento de la papaya andina**

<b>TIEMPO</b>	<b>R</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	0.42	0.44	0.44	0.44
	<b>2</b>	0.43	0.43	0.45	0.44
	<b>3</b>	0.46	0.46	0.45	0.45
<b>3</b>	<b>1</b>	0.41	0.43	0.43	0.43
	<b>2</b>	0.40	0.42	0.43	0.43
	<b>3</b>	0.42	0.42	0.42	0.44
<b>6</b>	<b>1</b>	0.38	0.38	0.40	0.43
	<b>2</b>	0.36	0.40	0.41	0.42
	<b>3</b>	0.39	0.39	0.40	0.40
<b>9</b>	<b>1</b>	0.37	0.42	0.39	0.35
	<b>2</b>	0.36	0.38	0.40	0.41
	<b>3</b>	0.37	0.32	0.40	0.40
<b>12</b>	<b>1</b>	0.35	0.36	0.39	0.39
	<b>2</b>	0.36	0.37	0.39	0.37
	<b>3</b>	0.37	0.38	0.40	0.38

**Solidos solubles totales – tiempo de almacenamiento de la papaya andina**

<b>TIEMPO</b>	<b>R</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	5.3	5.8	5.6	5.8
	<b>2</b>	5.5	5.6	5.7	5.7
	<b>3</b>	5.6	5.8	5.8	5.7
<b>3</b>	<b>1</b>	5.8	6.1	5.9	5.6
	<b>2</b>	5.6	6.0	5.5	5.9
	<b>3</b>	5.8	6.2	5.9	5.7
<b>6</b>	<b>1</b>	6.2	6.2	6.2	5.8
	<b>2</b>	6.2	6.4	6.1	5.9
	<b>3</b>	6.1	6.1	6.2	5.9
<b>9</b>	<b>1</b>	6.8	6.3	6.5	6.0
	<b>2</b>	6.9	6.1	6.3	6.3
	<b>3</b>	6.9	6.5	6.6	6.4
<b>12</b>	<b>1</b>	7.3	6.5	6.4	6.2
	<b>2</b>	7.4	6.8	6.4	6.8
	<b>3</b>	7.4	6.2	6.3	6.1

**Color parámetro L\* – tiempo de almacenamiento de la papaya andina**

<b>TIEMPO</b>	<b>R</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	49.80	50.80	50.10	51.20
	<b>2</b>	50.70	51.00	51.60	50.40
	<b>3</b>	50.80	51.30	50.80	50.50
<b>3</b>	<b>1</b>	49.40	49.70	49.50	49.20
	<b>2</b>	49.50	50.20	49.70	49.70
	<b>3</b>	49.10	49.50	49.50	50.70
<b>6</b>	<b>1</b>	49.00	49.20	49.40	48.90
	<b>2</b>	48.60	48.30	48.50	48.20
	<b>3</b>	48.50	49.00	49.30	48.50
<b>9</b>	<b>1</b>	47.30	47.80	48.40	48.60
	<b>2</b>	47.80	48.40	49.20	48.00
	<b>3</b>	48.10	49.30	49.10	48.20
<b>12</b>	<b>1</b>	47.80	47.80	48.80	48.80
	<b>2</b>	47.50	48.50	48.50	47.50
	<b>3</b>	46.50	47.50	48.50	48.50

**Color parámetro b\* – tiempo de almacenamiento de la papaya andina**

<b>TIEMPO</b>	<b>R</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	39.00	40.70	41.70	40.80
	<b>2</b>	41.80	41.00	39.40	39.80
	<b>3</b>	40.70	40.10	39.90	40.20
<b>3</b>	<b>1</b>	40.10	40.10	39.90	39.70
	<b>2</b>	38.90	39.40	40.10	39.90
	<b>3</b>	39.00	39.50	39.60	40.00
<b>6</b>	<b>1</b>	39.40	38.30	38.90	38.70
	<b>2</b>	37.90	39.10	39.80	39.00
	<b>3</b>	38.40	38.10	38.60	38.40
<b>9</b>	<b>1</b>	37.50	39.60	39.40	39.70
	<b>2</b>	38.70	38.10	38.90	38.00
	<b>3</b>	38.20	37.90	38.80	37.30
<b>12</b>	<b>1</b>	36.70	37.70	38.70	38.70
	<b>2</b>	38.90	38.90	39.90	37.10
	<b>3</b>	36.60	37.60	37.60	37.40

**Color parámetro a\* – tiempo de almacenamiento de la papaya andina**

<b>TIEMPO</b>	<b>R</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	4.50	4.50	4.80	4.70
	<b>2</b>	4.90	4.90	4.90	4.80
	<b>3</b>	4.80	4.80	4.70	4.80
<b>3</b>	<b>1</b>	4.70	4.90	4.90	4.80
	<b>2</b>	4.50	4.40	4.40	4.60
	<b>3</b>	4.80	4.60	4.80	4.60
<b>6</b>	<b>1</b>	4.60	4.60	4.80	4.90
	<b>2</b>	4.70	4.50	4.60	4.30
	<b>3</b>	4.40	4.60	4.50	4.80
<b>9</b>	<b>1</b>	4.50	4.60	4.70	4.80
	<b>2</b>	4.40	4.50	4.40	4.20
	<b>3</b>	4.60	4.50	4.60	4.70
<b>12</b>	<b>1</b>	4.60	4.50	4.40	4.80
	<b>2</b>	4.60	4.40	4.70	4.10
	<b>3</b>	4.30	4.50	4.50	4.50

**Color  $\Delta E$  – tiempo de almacenamiento de la papaya andina**

<b>TIEMPO</b>	<b>R</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	1.64	1.48	1.75	1.83
	<b>2</b>	1.47	1.78	1.61	1.70
	<b>3</b>	1.43	1.56	1.71	1.52
<b>3</b>	<b>1</b>	1.81	1.85	1.62	1.87
	<b>2</b>	1.86	1.97	1.90	1.95
	<b>3</b>	2.01	1.87	1.60	1.58
<b>6</b>	<b>1</b>	1.81	2.52	1.90	2.37
	<b>2</b>	3.18	2.56	2.06	2.52
	<b>3</b>	2.97	2.60	2.22	2.65
<b>9</b>	<b>1</b>	3.34	2.68	2.31	3.00
	<b>2</b>	3.20	3.15	2.64	2.53
	<b>3</b>	3.28	2.84	2.16	2.80
<b>12</b>	<b>1</b>	4.42	3.65	2.95	3.53
	<b>2</b>	4.34	3.53	3.02	3.33
	<b>3</b>	4.55	3.53	3.49	3.46

**Firmeza – tiempo de almacenamiento de la papaya andina**

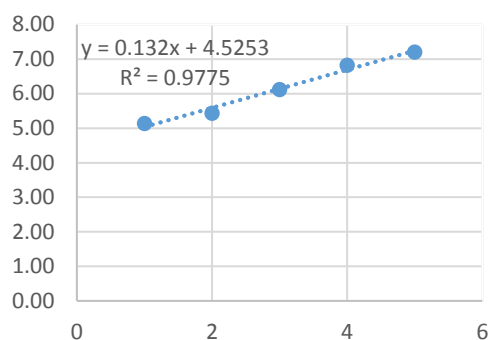
<b>TIEMPO</b>	<b>R</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	804.50	852.28	803.12	842.25
	<b>2</b>	864.24	853.55	729.46	791.91
	<b>3</b>	715.07	711.83	813.87	833.16
<b>3</b>	<b>1</b>	675.87	715.57	722.09	635.34
	<b>2</b>	759.72	686.36	716.65	676.33
	<b>3</b>	548.40	697.35	727.65	712.52
<b>6</b>	<b>1</b>	654.18	752.47	666.51	644.10
	<b>2</b>	549.10	668.09	703.43	577.01
	<b>3</b>	544.07	590.29	676.20	625.04
<b>9</b>	<b>1</b>	638.48	674.30	678.85	606.00
	<b>2</b>	523.82	590.21	670.16	613.64
	<b>3</b>	491.65	684.05	670.49	613.94
<b>12</b>	<b>1</b>	445.80	673.05	639.38	608.87
	<b>2</b>	572.06	590.28	697.99	570.55
	<b>3</b>	639.43	687.41	657.97	614.98

**Pérdida de peso – tiempo de almacenamiento de la papaya andina**

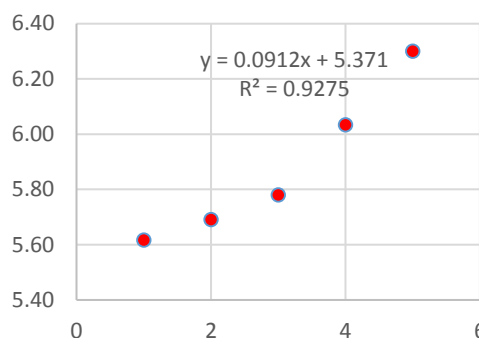
<b>TIEMPO</b>	<b>R</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>2</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>3</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>3</b>	<b>1</b>	2.94	1.84	1.20	1.24
	<b>2</b>	3.98	1.67	1.34	2.28
	<b>3</b>	2.15	1.66	1.21	2.35
<b>6</b>	<b>1</b>	5.66	2.08	2.68	2.70
	<b>2</b>	6.31	4.51	2.48	3.62
	<b>3</b>	7.95	3.56	1.96	4.45
<b>9</b>	<b>1</b>	10.40	3.99	3.34	5.33
	<b>2</b>	9.97	4.03	3.06	6.03
	<b>3</b>	10.43	3.15	3.08	5.26
<b>12</b>	<b>1</b>	15.24	5.08	4.84	7.69
	<b>2</b>	14.50	5.48	4.53	6.61
	<b>3</b>	15.06	4.51	4.26	6.72

**ANEXO I. Ecuación de la línea de tendencia de la MC, T1, T2 y T3.**

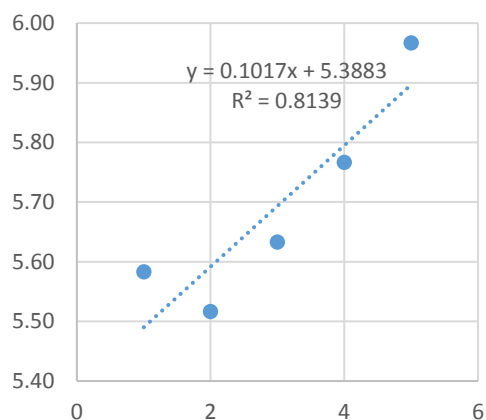
Muestra Control



Tratamiento 1



Tratamiento 2



Tratamiento 3

