



**Evaluación de la calidad y vida útil del melón (*Cucumis melo*) cortado en cubos, con un recubrimiento comestible de soya bajo refrigeración**

Chalacán Ávila, Victoria Analía

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Larrea Cedeño, Gabriel Alejandro, Mgtr.

14 de agosto del 2023



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

### Certificación

Certifico que el trabajo de titulación: **Evaluación y calidad de vida útil del melón (*Cucumis melo*) cortado en cubos, con un recubrimiento comestible de soya en refrigeración**, fue realizado por la señorita: **Chalacán Ávila Victoria Analía**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 14 de agosto del 2023



GABRIEL ALEJANDRO  
LARREA CEDENO

---

Ing. Larrea Cedeno, Gabriel Alejandro, Mgtr.

C.C.: 1709635039

# Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos



## Plagiarism and AI Content Detector Report

Chalacán Ávila Victoria Analfa\_Tesis....

### Scan details

Scan time:  
August 14th, 2023 at 15:46 UTC

Total Pages:  
49

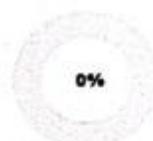
Total Words:  
12117

### Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
● Identical	1.1%	136
● Minor Changes	0.7%	88
● Paraphrased	2.5%	300
○ Omitted Words	0%	0

### AI Content Detection



Text coverage		Words
● AI text	0%	0
○ Human text	100%	12117

[Learn more](#)

### 🔍 Plagiarism Results: (19)

#### 🌐 Películas y recubrimientos comestibles: una altern...

1.5%

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s2071-0...](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s2071-0...)

Mi SciELO Servicios personalizados Servicios Personalizados Revista ...



GABRIEL ALEJANDRO  
LARREA CEDEÑO

Ing. Larrea Cedeño, Gabriel Alejandro, Mgtr.

C.C.: 1709635039



**Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura**

**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**Responsabilidad de Autoría**

Yo, **Chalacán Ávila, Victoria Analía**, con cédula de ciudadanía No. 1722338348, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo titulación **Evaluación y calidad de vida útil del melón (*Cucumis melo*) cortado en cubos, con un recubrimiento comestible de soya en refrigeración**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 14 de agosto del 2023

**Chalacán Ávila, Victoria Analía**

C.C.: 1722338348



**Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura**

**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**Autorización de Publicación**

Yo, **Chalacán Ávila, Victoria Analía**, con cédula de ciudadanía No. 1722338348 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Evaluación y calidad de vida útil del melón (*Cucumis melo*) cortado en cubos, con un recubrimiento comestible de soya en refrigeración** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 14 de agosto del 2023

---

**Chalacán Ávila, Victoria Analía**

C.C.: 1722338348

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi querida hermana, Doménica, quien ha sido mi fuente de apoyo y aliento a lo largo de este viaje académico. Tu amor incondicional y tu inquebrantable confianza en mí han sido un de faro de luz en los momentos más desafiantes. Este logro también es tuyo, y espero que esta dedicación refleje una pequeña parte de la gratitud y el cariño que siento por ti. A mi mamá, Aída, cuyo amor y sacrificio han sido el impulso que me llevó a alcanzar este logro. Eres la razón detrás de mis éxitos.

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a mi tutor, Ing. Gabriel Larrea, cuya orientación, paciencia y apoyo fueron fundamentales en la culminación exitosa de este trabajo.

A mi mamá, Aída, quien me brindó impulso y ayuda constante, y nunca permitió que me rindiera. Este éxito es un reflejo de tus valores y enseñanzas.

A mi querida hermana, Doménica, cuyo constante apoyo, ánimo y compañía han sido una fuente invaluable de fortaleza. Tu presencia en cada etapa de este camino ha sido un recordatorio constante de la importancia de la familia y la amistad.

A la señora, Polet Molina, por todo el apoyo y cariño brindado durante este proceso.

A quienes están en todo momento, Cristina Chiriboga, Alexander Sosapanta y Brayan Ruíz. Su motivación, compañía constante y su fe en mí han sido fundamentales.

A mis amigos, Bryan Puma, Daniela Haro, Jéssica Toapanta y Katherin Guamán, quienes estuvieron a mi lado en cada paso del camino, brindándome su amistad, aliento y risas en los momentos más difíciles. Su apoyo ha hecho que este viaje sea memorable y significativo.

## Índice de contenidos

Carátula .....	1
Certificación .....	2
Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos.....	3
Responsabilidad de Autoría .....	4
Autorización de Publicación .....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimientos .....	7
Índice de contenidos .....	8
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras.....	14
Resumen .....	15
Abstract.....	16
<b>CAPÍTULO I</b> .....	17
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	17
Antecedentes .....	17
Justificación.....	18
Objetivos .....	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos.....	19
Hipótesis .....	19
H0:.....	19
H1:.....	19
<b>CAPÍTULO II</b> .....	20
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	20
Melón variedad Cantaloupe ( <i>Cucumis melo</i> ).....	20

Características de la fruta .....	20
Clasificación taxonómica.....	20
Contenido nutricional .....	21
Recubrimientos comestibles (RC) .....	21
Propiedades.....	21
Componentes de los recubrimientos comestibles compuestos .....	22
Aceites esenciales.....	23
Aceite esencial de romero.....	23
Destilación por arrastre de vapor .....	24
Método de aplicación: por inmersión .....	24
Productos mínimamente procesados – IV gama .....	24
Parámetros de calidad .....	25
Luz ultravioleta UV .....	25
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>27</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>27</b>
Ubicación del área de investigación .....	27
Obtención del aceite esencial de romero.....	27
Obtención de la proteína liofilizada de soya .....	28
Recepción y selección de la fruta .....	28
Desinfección de la fruta .....	29
Formulación y preparación del recubrimiento comestible .....	29
Aplicación del recubrimiento.....	30
Almacenamiento del fruto .....	30
Variables a evaluar.....	30
Pérdida de peso.....	31
Estimación del tiempo de vida útil (TVU).....	31

pH.....	32
Acidez titulable.....	32
Sólidos solubles (°Brix) .....	33
Índice de madurez (IM) .....	33
Daños físicos .....	33
Pudrición.....	34
Índice de apariencia general de los frutos.....	34
Sabor, olor y textura.....	35
Análisis estadístico .....	35
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>37</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>37</b>
Análisis fisicoquímico .....	37
Pérdida de peso.....	37
Estimación del tiempo de vida útil (TVU).....	38
pH.....	40
Acidez titulable.....	41
Sólidos solubles (°Brix) .....	42
Índice de madurez (IM) .....	43
Análisis de calidad visual.....	44
Daños físicos y pudrición .....	44
Índice de apariencia general de los frutos.....	45
Análisis organoléptico.....	46
Sabor, olor y textura.....	46
Discusión.....	47
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>55</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>55</b>

Conclusiones.....	55
Recomendaciones.....	56
<b>Bibliografía .....</b>	<b>57</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Clasificación taxonómica</i> .....	20
<b>Tabla 2</b> <i>Composición nutricional del melón</i> .....	21
<b>Tabla 3</b> <i>Intensidad de daño físico, manchas y pudrición</i> .....	34
<b>Tabla 4</b> <i>Escala de valoración de apariencia general para los frutos</i> .....	34
<b>Tabla 5</b> <i>Escala hedónica para sabor y olor de los cubos de melón con y sin recubrimiento</i> .....	35
<b>Tabla 6</b> <i>Escala de textura para la evaluar de los cubos de melón con y sin recubrimiento</i> .....	35
<b>Tabla 7</b> <i>Porcentajes de inclusión de proteína liofilizada de soya en los tratamientos del recubrimiento comestible</i> .....	36
<b>Tabla 8</b> <i>Promedio <math>\pm</math> D.E., del porcentaje de pérdida de peso de los cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible refrigerados a 5 °C durante 15 días</i> .....	37
<b>Tabla 9</b> <i>Ecuaciones de regresión lineal con base en el% de pérdida de peso</i> .....	38
<b>Tabla 10</b> <i>Tiempo de vida útil en días de los cubos de melón bajo 5 tratamientos almacenados a 5 °C durante 15 días</i> .....	39
<b>Tabla 11</b> <i>Promedio <math>\pm</math> D.E., del pH de cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible refrigerados a 5 °C durante 15 días</i> .....	40
<b>Tabla 12</b> <i>Promedio <math>\pm</math> D.E., del % de acidez de los cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible refrigerados a 5 °C durante 15 días</i> .....	41
<b>Tabla 13</b> <i>Promedio <math>\pm</math> D.E., de los °Brix de cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible refrigerados a 5 °C durante 15 días</i> .....	42
<b>Tabla 14</b> <i>Promedio <math>\pm</math> D.E., del índice de madurez de los cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible refrigerados a 5 °C durante 15 días</i> .....	43
<b>Tabla 15</b> <i>Datos de valoración de calidad visual para los cubos de melón con y sin recubrimiento almacenados a 5 °C durante 15 días</i> .....	44
<b>Tabla 16</b> <i>Datos de evaluación de calidad visual total para los cubos de melón con y sin recubrimiento almacenados a 5 °C durante 15 días</i> .....	45

**Tabla 17** *Promedio  $\pm$  D.E., de los parámetros organolépticos: sabor, olor y textura de los cubos de melón con y sin recubrimiento comestible almacenados a 5 °C durante 15 días.....46*

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Ubicación geográfica del IASA I</i> .....	27
<b>Figura 2</b> <i>Croquis del diseño experimental</i> .....	36
<b>Figura 3</b> <i>Porcentaje de la pérdida de peso de cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible almacenados a 5 °C durante 15 días</i> .....	38
<b>Figura 4</b> <i>Evolución del pH de cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible almacenados a 5 °C durante 15 días</i> .....	41
<b>Figura 5</b> <i>Evolución del porcentaje de acidez de los cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible almacenados a 5 °C durante 15 días</i> .....	42
<b>Figura 6</b> <i>Evolución de los °Brix de cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible almacenados a 5 °C durante 15 días</i> .....	43
<b>Figura 7</b> <i>Evolución del índice de madurez de los cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible almacenados a 5 °C durante 15 días</i> .....	44

## Resumen

En la actualidad, la preferencia por consumir alimentos mínimamente procesados, como frutas y hortalizas de IV gama, está en aumento debido a las transformaciones en los patrones de consumo. Las alternativas de conservación contribuyen tanto a la seguridad como a la calidad de los alimentos, preservando sus características nutricionales y sensoriales. En este contexto, se plantea la evaluación de un recubrimiento comestible que incorpora distintos niveles de proteína liofilizada de soya (0, 1, 1.5 y 2%), almidón de yuca (1%), glicerol (2.5%), Tween 80 (0.4%) y aceite esencial de romero (0.4%), para analizar su impacto en la calidad fisicoquímica y sensorial de cubos de melón (variedad Cantaloupe) almacenados a 5 °C durante 15 días en condiciones de refrigeración. Durante el periodo de almacenamiento, se realizó una evaluación de los parámetros cada tres días. Los resultados evidenciaron que este recubrimiento contribuyó a la reducción de las pérdidas de peso en los cubos de melón a lo largo del tiempo de almacenamiento. Además, se observó una mejora en la preservación de las características fisicoquímicas, como el pH, los sólidos solubles (°Brix) y la acidez. El uso de proteína liofilizada de soya como recubrimiento comestible demostró ser efectivo al formar una capa protectora que limitó la difusión del agua y previno la deshidratación del producto. En conclusión, la aplicación de recubrimientos comestibles a base de proteína liofilizada de soya se puede considerar como una alternativa para alargar la vida útil del melón.

**Palabras clave:** MÍNIMAMENTE PROCESADO, MELÓN, RECUBRIMIENTO COMESTIBLE, VIDA ÚTIL.

## **Abstract**

Currently, the preference for consuming minimally processed foods, such as fresh cut fruits and vegetables, is on the rise due to changes in consumption patterns. Conservation alternatives contribute both to the safety and quality of food, preserving its nutritional and sensory characteristics. In this context, the evaluation of an edible coating that incorporates different levels of lyophilized soy protein (0, 1, 1.5 and 2%), cassava starch (1%), glycerol (2.5%), Tween 80 (0.4 %) and rosemary essential oil (0.4%), to analyze their impact on the physicochemical and sensory quality of melon cubes (Cantaloupe variety) stored at 5 °C for 15 days under refrigerated conditions. During the storage period, an evaluation of the parameters was carried out every three days. The results showed that this coating contributed to the reduction of weight loss in the melon cubes throughout the storage time. In addition, an improvement was observed in the preservation of physicochemical characteristics, such as pH, soluble solids (°Brix) and acidity. The use of freeze-dried soy protein as an edible coating proved to be effective in forming a protective layer that limited the diffusion of water and prevented dehydration of the product. In conclusion, the application of edible coatings based on freeze-dried soy protein can be considered as an alternative to extend the shelf life of melons.

**Keywords:** MINIMALLY PROCESSED, MELON, EDIBLE COATING, SHELF LIFE.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### Antecedentes

El plástico es un material utilizado en la industria alimentaria para el envasado y almacenamiento de alimentos. Sin embargo, debido a su alta acumulación y baja tasa de reciclaje, es uno de los principales contaminantes del planeta y una amenaza para el ambiente. Si bien se han tomado medidas para el reciclaje de plásticos, muchos de estos no son reutilizables; por lo tanto, los trabajos se han dirigido a reducir su uso. Debido a la creciente preocupación de los consumidores por el exceso de desechos plásticos, la industria alimentaria está buscando nuevas formas de reducir el uso de plástico y, en algunos casos, reemplazarlo por completo.

A esto se suma el problema que se da en América Latina y que presenta una particularidad, pues en la mayoría de los países, la pérdida de alimentos se origina entre la pos-cosecha y la distribución. Las pérdidas en poscosecha de frutas y hortalizas, según Almeida-Castro *et al.* (2011), son ocasionadas por factores microbiológicos, físicos y tecnológicos tales como un proceso de recolección inadecuado, envases inapropiados y vías de transporte insuficientes, entre otros, lo que resulta en un corto período de almacenamiento.

Para reducir los efectos negativos de estos factores y prolongar la vida útil poscosecha de los productos hortícolas, se utilizan tecnologías como películas y recubrimientos comestibles. Estas tecnologías permiten la trazabilidad del producto desde el momento de la cosecha hasta el almacenamiento, la venta y el consumo (Rodríguez-Sauceda *et al.*, 2014). Estos pueden adherirse a los alimentos como parte de un recubrimiento, una película o un empaque. Estas soluciones pueden estar consistir en polisacáridos, un compuesto de naturaleza proteica o lipídica, o mezclas de los mismos (Fernández *et al.*, 2015).

Para ralentizar la pérdida de humedad al recubrir frutas u hortalizas, se requiere de

cierta capacidad de permeación al O<sub>2</sub> y al CO<sub>2</sub> para evitar la respiración anaeróbica, que puede alterar las condiciones fisiológicas y reducir la calidad y la vida útil. De manera similar, las películas comestibles (PC) y los recubrimientos comestibles (RC) pueden recibir y transportar ingredientes beneficiosos como antioxidantes, antimicrobianos, nutrientes, sabores y hasta colorantes para resaltar la calidad, la utilidad y la seguridad alimentaria, que es una característica importante, hoy en día, en el uso de recubrimientos (Falguera *et al.*, 2011).

### **Justificación**

El deterioro en frutas y verduras es un proceso natural que se da en todo tipo de alimentos, estos tienden a dañarse después del periodo de cosecha, en algunos casos el proceso de maduración sigue, los daños se dan por diversos motivos por lo cual es importante, el uso de nuevas tecnologías y tratamientos para su conservación (Arcentales, 2022).

Por lo tanto, para satisfacer la demanda de los consumidores de alimentos frescos, saludables, de alta calidad, fáciles de preparar y que conserven sus propiedades originales y organolépticas, surgieron los productos de IV gama. Se han buscado alternativas para mantener la calidad del producto por más tiempo debido a la corta vida útil de las frutas frescas preenvasadas (Namesny, 2005).

Al aplicar películas o recubrimientos comestibles en los alimentos, se logra tener un mayor tiempo de durabilidad, así como también mayor conservación de sus atributos tales como: color, sabor, textura y peso; estos ayudan a reducir la producción de etileno para retardar la maduración, evita el intercambio gaseoso, disminuye la tasa de respiración lo que hace que su tiempo de vida se extienda (Rosero *et al.*, 2020).

Hoy en día, el consumo de frutas y hortalizas frescas es cada vez más importante en la industria alimentaria; las personas quieren alimentos frescos, libres de pesticidas y mínimamente procesados, por ello los recubrimientos comestibles representan una excelente técnica de conservación (Cáceres, 2019).

## Objetivos

### **Objetivo General**

Evaluar la calidad y vida útil del melón (*Cucumis melo*) cortado en cubos, con un recubrimiento comestible de soya y bajo refrigeración.

### **Objetivos Específicos**

- Elaborar recubrimientos comestibles (RC) con tres niveles de adición de proteína de soya para su aplicación en cubos de melón (*Cucumis melo*).
- Evaluar parámetros de calidad fisicoquímicos y sensoriales de los melones (*Cucumis melo*) mínimamente procesados Gama IV, con y sin la aplicación de los RC elaborados, durante 15 días en frigoconservación.
- Determinar el tiempo de vida útil de los tratamientos estudiados con base al criterio de calidad comercial más importante del producto Gama IV evaluado.

## Hipótesis

**H0:** La adición de proteína de soya al recubrimiento comestible no incide en la calidad y vida útil de melón mínimamente procesado (*Cucumis melo*) bajo refrigeración.

**H1:** La adición de proteína de soya al recubrimiento comestible incide en la calidad y vida útil de melón mínimamente procesado (*Cucumis melo*) bajo refrigeración.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### **Melón variedad Cantaloupe (*Cucumis melo*)**

##### **Características de la fruta**

La fruta del melón es carnosa, clasificada como pepo, un tipo de baya especializada o modificada a la que algunos se refieren como falsa baya. Las frutas de “Cantaloupe” tienen una forma redonda o ligeramente ovalada y un peso promedio de 2 a 6 libras. Tienen una superficie lisa con pocas o ninguna sutura, ligeramente suturada o con suturas bien marcadas. Su corteza está cubierta ligera o completamente por una redecilla corchosa. Su pulpa es gruesa, dulce, con un agradable aroma y sabor, de firmeza media y color anaranjado salmón (Fornaris, 2001).

Por su efecto diurético, depurativo y ligeramente laxante, el melón se recomienda para personas que experimentan estreñimiento; además de ser buena su inclusión en la dieta de personas con gota, reuma y enfermedades renales. Se recomienda su consumo durante los periodos de recuperación, anemias y debilidad debido a su aporte de minerales. Como es una fruta rica en agua, hidratos de carbono y una serie de minerales y vitaminas, es una excelente opción para saciar la sed (Frutas y Hortalizas, 2019).

##### **Clasificación taxonómica**

El melón presenta la siguiente clasificación taxonómica:

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica*

<b>Taxonomía</b>	
Reino:	Plantae
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitaceae
Género:	<i>Cucumis</i>
Especie:	<i>melo</i>
<i>Nota.</i> Recuperado de Integrated Taxonomic Information System (ITIS, 2023).	

## Contenido nutricional

**Tabla 2**

*Composición nutricional del melón*

<b>Componentes</b>	<b>Contenido de 100 g de la parte comestible</b>
Energía (Kcal)	28
Proteínas (g)	0,6
Hidratos de carbono (g)	6
Fibra (g)	1
Agua (g)	92,4
Calcio (mg)	14
Hierro (mg)	0,4
Magnesio (mg)	17
Zinc (mg)	0,1
Sodio (mg)	14
Potasio (mg)	320
Fósforo (mg)	18
Tiamina (mg)	0,04
Riboflavina (mg)	0,02
Equivalentes niacina (mg)	0,5
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0,07
Folatos (µg)	30
Vitamina C (mg)	25
Vitamina A: Eq. retinol (mg)	3
Vitamina E (mg)	0,1

*Nota.* Valores nutricionales del melón. Adaptado del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2013).

## Recubrimientos comestibles (RC)

Un recubrimiento comestible (RC) se define como una matriz transparente continua, delgada y comestible que se estructura alrededor de un alimento, generalmente mediante la inmersión de este en una solución formadora del recubrimiento, por esto, se consideran parte del producto final, con el fin de preservar su calidad y servir como empaque (Fernández *et al.*, 2015).

## Propiedades

Dependen de la formulación de los RC, así como también el uso final que se les dará; dentro de las más importantes, Parzanese (2012) menciona que:

Pueden ser ingeridos; disminuyen los desechos de envasado al utilizar embalajes simples que a su vez permiten regular el intercambio de gases ( $O_2$ ,  $CO_2$  y vapor de agua), así como también ciertas condiciones superficiales de los alimentos al incorporar en los RC aditivos como antioxidantes, agentes antimicrobianos, etc.; mejoran las propiedades mecánicas y las características nutricionales y organolépticas de frutas y hortalizas; y prolongan la vida útil de los productos gama IV al controlar los microorganismos y los cambios fisicoquímicos.

### **Componentes de los recubrimientos comestibles compuestos**

**Lípidos:** Debido a su baja polaridad y escasa permeabilidad al vapor de agua a causa de su carácter hidrofóbico, los RC a base de lípidos reducen la deshidratación de los productos (Kester y Fennema, 1986, como se citó en Mora *et al.*, 2021).

Los más utilizados son: las ceras naturales de origen animal (de abeja, grasa de lana y lanolina) de origen vegetal (carnauba y candelilla), ácidos grasos (ácido esteárico), triglicéridos, monoglicéridos acetilados, aceites (vegetales y minerales) (Castro, 2013).

**Polisacáridos:** Son polímeros que contienen grupos hidroxilos de carácter hidrofílico, por esta razón poseen alta adherencia a los productos alimenticios (Valencia-Chamorro y Torres-Morales, 2016).

Los derivados de celulosa, almidón y sus derivados, quitosano, carrageninas, pectinas, alginatos y gomas son algunos de los más usados (Castro, 2013).

**Proteínas:** Tienen buenas propiedades mecánicas y una buena barrera a gases ( $O_2$  y  $CO_2$ ), pero tienen barreras más débiles al vapor de agua por su naturaleza hidrofílica, tienen buena adherencia a superficies hidrofílicas y pueden proporcionar un valor nutricional adicional (Mora *et al.*, 2021).

Las más utilizadas son: las provenientes de maíz, soya, el gluten de trigo, caseínas y proteínas de la leche (albúminas), gelatina, colágeno, caseína. Es importante tener en cuenta que algunas proteínas pueden causar alergias o ser intolerantes para algunas personas, lo que reduce su uso.

**Proteína de soya:** Es un compuesto de soya purificada. Rojas (2006) menciona que tiene baja permeabilidad a los gases y al vapor de agua. Para la formación de recubrimientos comestibles generalmente se utilizan aislados de proteína de soya, con más del 90% de proteína; obtenidos por extracciones ácidas y alcalinas, que posteriormente se solubilizan en soluciones acuosas alcalinas (Rhim *et al.*, 2000, como se citó en García, 2019). Para darles textura y flexibilidad a los recubrimientos de proteína de soya se adicionan plastificantes como el glicerol y el sorbitol.

Las condiciones recomendables para la formación de recubrimientos comestibles de proteína de soya se dan con valores de pH 7-10 y temperaturas mayores a 70 °C (Cuq *et al.*, 1998; Rhim *et al.*, 2002).

**Resinas:** Según Castro (2013), brindan brillo a los recubrimientos, son una barrera para el vapor de agua y, lo que es más importante, son una barrera para los gases, lo que podría resultar en una acumulación de CO<sub>2</sub> dentro del fruto. Las resinas incluyen goma xanthan, guar, garrofín y goma laca.

### **Aceites esenciales**

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, que generalmente se destilan mediante arrastre de vapor de agua. Se utilizan en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética porque contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas (Osorio y Yáñez 2018).

### **Aceite esencial de romero**

El aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) extraído de sus hojas se lo considera como un agente antimicrobiano natural, además, contiene compuestos con funciones antioxidantes. Principalmente están los ácidos fenólicos, flavonoides, diterpenoides y triterpenos (Tecnología Alimentaria, 2023). Este es un líquido transparente y muy fluido que tiene un sabor y olor penetrante, aromático y alcanforado (Vélez *et al.*, 2019).

La actividad antioxidante se puede atribuir a los diterpenos fenólicos carnosol y ácido carnósico, compuestos que están presentes en mayor cantidad (Tecnología Alimentaria, 2023).

La destilación a baja o alta presión con agua hirviendo o vapor de agua es el método más común para extraer aceites esenciales, aunque puede usarse otros métodos como el uso de dióxido de carbono líquido o microondas (Vélez *et al.*, 2019).

### **Destilación por arrastre de vapor**

La destilación por arrastre utiliza una corriente directa de vapor de agua para vaporizar dos líquidos inmiscibles a una temperatura menor a la de ebullición de cada uno de los componentes volátiles presentes. El vapor calienta la mezcla hasta que ebulle y luego se condensan los vapores. Finalmente, el agua y el aceite esencial, se separan por gravedad (Vélez *et al.*, 2019).

### **Método de aplicación: por inmersión**

**Por inmersión:** Consiste en sumergir el alimento en la solución formadora de películas durante un tiempo determinado y luego realizar una etapa de drenaje para eliminar el exceso de material. Este método funciona bien para obtener un recubrimiento uniforme en superficies irregulares (León *et al.* 2021).

### **Productos mínimamente procesados – IV gama**

Los productos hortofrutícolas de IV gama o “procesados en fresco o frescos cortados”, son productos elaborados para su consumo directo mediante un proceso de varias etapas como la selección, lavado, deshojado, pelado, deshuesado, corte, higienizado, etc., seguido de un envasado bajo un film plástico en condiciones de atmósfera modificada, que permite mantener la calidad del producto durante 7-10 días en refrigeración (2-8 °C). Son alimentos que se preparan para consumir directamente y su calidad es comparable a la del producto fresco del que se derivan (De Ancos *et al.*, 2015).

## **Parámetros de calidad**

La calidad de los productos mínimamente procesados combina varios criterios como la apariencia, textura, sabor y valor nutricional (Kader, 2002, como se citó en Rodríguez *et al.*, 2015). La importancia de estos parámetros es relativa debido a que depende del producto y si se consumen de forma fresca o cocida. La calidad inicial es juzgada por parte del consumidor, quien al momento de comprar se fija en la apariencia y frescura del producto, posteriormente depende de su satisfacción en cuanto al sabor, textura y calidad nutricional.

**Apariencia general:** En este indicador se considera: la forma, el tamaño, color y el deterioro del producto (García y Barrett, 2004, como se citó en Moscoso, 2015).

**Textura:** Se considera: la firmeza, jugosidad y harinosidad. Kader (2002), menciona que este factor puede afectarse debido a la temperatura de almacenamiento y a los cortes efectuados causando ablandamiento (Moscoso, 2015).

**Sabor:** Este criterio considera: el dulzor, la acidez, la astringencia, el amargo, el aroma y la presencia de sabores extraños; que pueden presentarse debido a cambios fisiológicos o por microorganismos (García y Barrett, 2004, como se citó en Moscoso, 2015).

## **Luz ultravioleta UV**

En la industria alimentaria el uso de la luz ultravioleta se debe al efecto nocivo de esta sobre el ADN de varios microorganismos. A su vez, se trabaja con este tipo de radiación ya que es un proceso que no modifica las propiedades sensoriales (sabor, color, textura), ni valores nutricionales de los productos y, además, reduce el uso de sustancias químicas (Domínguez y Parzanese, 2011).

Domínguez y Parzanese (2011), explican que la radiación UV reduce la carga microbiana inicial en la superficie de los productos hortofrutícolas, debido a que su aplicación es efectiva a este nivel. Produce un efecto de hormesis o hormético, que se define como un efecto beneficioso que se da después de la exposición a una dosis baja de un agente que sería

mortal si se aplicara en altas dosis (Andrade, 2019); que puede mejorar la resistencia al ataque de algunos microorganismos al inducir la producción de fenilalanina amonio-liasas, lo que provoca la formación de fitoalexinas (Domínguez y Parzanese, 2011).

La luz ultravioleta de onda corta (UV-C) posee el mayor efecto germicida, entre 250 y 270 nm. El tiempo de aplicación oscila entre 1-5 min, periodo que no incrementa significativamente la temperatura del tejido (1-3 °C), ni genera alteraciones o daños en el producto (Rivera-Pastrana *et al.*, 2007, como se citó en Millán *et al.*, 2014).

Los tratamientos con luz UV pueden reducir la tasa de maduración de la fruta y activar la respuesta de defensa natural de la planta, lo que aumenta la vida útil del fruto después de su cosecha (Millán *et al.*, 2014).

El efecto germicida de la luz ultravioleta no solamente se utiliza para desinfectar alimentos, sino también para los empaques y envases en los que se colocan para su distribución y almacenamiento (Heraeus Noblelight, 2023).

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### Ubicación del área de investigación

El estudio se realizó en las instalaciones de poscosecha y agroindustrias de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, que se encuentra en la provincia de Pichincha, cantón Rumiñahui, parroquia San Fernando, en la Hacienda el Prado. Geográficamente el área de estudio se ubica a  $78^{\circ}24'49.16''$  de longitud y  $0^{\circ}23'27.98''$  de latitud con una altitud de 2748 m.s.n.m. Las condiciones del laboratorio de agroindustrias presentan una temperatura promedio de  $16^{\circ}\text{C}$  y una mínima de  $7^{\circ}\text{C}$  y una máxima de  $21^{\circ}\text{C}$ , además, cuenta con una adecuada ventilación y el 90% de humedad (Aucancela, 2019).

#### Figura 1

*Ubicación geográfica del IASA I*



*Nota.* Recuperado de Google Maps (2022).

#### Obtención del aceite esencial de romero

Se adquirió aproximadamente 4 lb de romero (*Rosmarinus officinalis*) del mercado de Carapungo. La selección se realizó de forma visual, quitando las hojas de romero que presentaron pardeamientos o insectos.

**Acondicionamiento y extracción:** Se colocó las hojas dentro del extractor, sobre una malla metálica. Se cubrió con agua para generar vapor. Una vez cerrada la tapa del extractor, se calentó la caldera para evaporar el agua y el aceite volátil, iniciando el proceso de extracción que duró una hora y media. El vapor arrastró el aceite esencial contenido en las hojas de romero hacia los refrigerantes donde se condensó, separándose al cabo de cierto tiempo por diferencia de densidad, y se obtuvo el hidrodestilado.

**Liofilización:** Al hidrodestilado se le agregó 100 g de maltodextrina con el fin de encapsular el aceite esencial y se llevó al congelador durante toda la noche. Se procedió a romper en pequeñas cantidades el hidrodestilado congelado para colocarlo en la bandeja del liofilizador. Al cabo de 16 horas se obtuvo el aceite esencial de romero encapsulado con maltodextrina en polvo.

### **Obtención de la proteína liofilizada de soya**

Se seleccionó y limpió los granos soya para eliminar cualquier impureza que presentará, además de su cáscara. Luego, se lavó y remojó en agua durante 10 horas para ablandar los granos y facilitar la extracción posterior de la proteína. Se procedió a licuar los granos de soya con agua hervida, con relación 1:3 durante 10 minutos. A continuación, se colocó la soya licuada en una olla con agitación constante para que no se pegue. Una vez que se observó que empezaba a hervir, se trasvasó y se filtró la soya con el fin de separar la okara de la leche. Se adicionó cloruro de calcio para precipitar la proteína. Una vez transcurrido este tiempo, esta mezcla se sometió a un proceso de separación sólido-líquido, es decir se filtró la cuajada del suero de leche de soya a través de un lienzo. Finalmente, la proteína obtenida se sometió a un proceso de liofilización para obtenerla en forma de polvo.

### **Recepción y selección de la fruta**

La selección del melón para el estudio se basó en su grado de madurez comercial, se observó que la fruta tenga un aspecto fresco, de consistencia firme y que no presente

enfermedades o daños por insectos. Se utilizaron 20 melones con un peso promedio de  $2 \pm 0,16$  kg, que se obtuvieron en el Mercado Mayorista. Se descartó la materia prima de tamaños muy pequeños, o aquellos que mostraron contaminación externa o daños mecánicos.

### **Desinfección de la fruta**

Las frutas fueron lavadas con agua potable y tratadas con una solución de 200 mg/L de hipoclorito, para lo cual se mezcló 4 mL de hipoclorito de sodio al 5% por cada litro de agua por un tiempo de 2 minutos (Bai *et al.*, 2001; OIRSA, 2020). Luego se procedió con el escurrimiento de la fruta durante 5 minutos para eliminar el exceso de humedad, acto seguido se eliminó la cáscara del melón para cortarlo en rodajas, troceando cuadritos, con un tamaño aproximado de 2 a 2,5 cm, con un molde cortador de acero inoxidable, todo esto cumpliendo las buenas prácticas de manufactura (BPM).

En bandejas plásticas, a las que se forró con papel aluminio, se colocó los cubos de melón, y se procedió a la desinfección de los mismos mediante Luz UV-C (15W) durante 4 minutos.

### **Formulación y preparación del recubrimiento comestible**

Se elaboró el recubrimiento comestible de proteína liofilizada de soya (0%, 1%, 1,5% y 2%) con 1% de almidón de yuca, 2,5% glicerol, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero (Buitrago *et al.*, 2012; García, 2019; Saavedra y Algecira, 2010).

El agua destilada total a utilizarse se dividió en cuatro partes: la primera parte se utilizó para hidratar los 10 g de almidón durante 10 minutos y luego se llevó a calentamiento a baño maría a 72 °C con agitación constante hasta que la mezcla se gelatinizó. En la segunda parte se adicionó hidróxido de sodio (NaOH) para modificar el pH del agua a 10 para la hidratación y buena solubilización de la proteína, misma que se agregó de acuerdo a cada tratamiento (0%, 1%, 1,5% y 2%). Antes de su incorporación a la mezcla de almidón, se licuó durante 5 minutos, se llevó a calentamiento y se licuó por 5 minutos antes de agregarla gota a gota al almidón. En

la tercera parte se incorporó 25 g de glicerol con agitación constante por 5 minutos hasta observar su completa dilución y se incorporó a la solución almidón-proteína gota a gota durante 10 minutos. En la cuarta parte se diluyó 4 g de Tween 80 y 4 g aceite de romero con agitación constante hasta formar la emulsión y se adicionó gota a gota a la solución almidón-proteína-glicerol por 30 minutos. Finalmente, una vez incorporado todos los componentes, se licuó por 5 minutos, se colocó en frascos de vidrio con capacidad de 1 L y se llevó a refrigeración hasta su posterior uso.

### **Aplicación del recubrimiento**

La aplicación del recubrimiento de acuerdo a los diferentes porcentajes de proteína se realizó mediante el método de inmersión. Los cubos de melón, con un peso promedio de  $7,22 \pm 0,58$  g se sumergieron durante 5 minutos en cada tratamiento, luego se utilizó una malla para escurrir el exceso del recubrimiento y se procedió al secado natural por un lapso de 30 minutos a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Se colocaron los cubos de melón de acuerdo a cada tratamiento en los envases y una vez tapados y etiquetados se llevó a la cámara de desinfección de luz UV-C durante 5 minutos.

### **Almacenamiento del fruto**

Los trozos de melón fueron envasados en tarrinas herméticas “Deli” (termoformadas), de grado alimenticio con capacidad de medio litro, luego fueron refrigerados a una temperatura promedio de  $5 \pm 1,21\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Durante el tiempo de frigoconservación de 15 días todos los tratamientos fueron analizados para determinar los daños fisicoquímicos y visuales de la fruta cada 3 días.

### **Variables a evaluar**

Con respecto a las variables fisicoquímicos, se evaluaron: pérdida de peso, pH, acidez titulable, sólidos solubles e índice de madurez (IM). Para las variables de calidad visual: daños físicos, pudrición e índice de apariencia general. Y las variables organolépticas: sabor, olor y textura.

## **Pérdida de peso**

El peso de los trozos de melón se registró a los 0, 3, 6, 9, 12 y 15 días, tanto de los tratados con recubrimiento y sin recubrimiento. La pérdida de peso se calculó mediante la siguiente ecuación (Castro, 2013):

$$\% \text{ Pérdida de peso} = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

Donde:

$P_i$  = peso inicial (g)

$P_f$  = peso final en cada fecha de evaluación

## **Estimación del tiempo de vida útil (TVU)**

Para evaluar el tiempo de vida útil de los cubos de melón tomando en cuenta el efecto de los tratamientos aplicados en condiciones simuladas de anaquel a temperatura de refrigeración, se consideró el comportamiento de la característica de % pérdida de peso como parámetro de calidad por su influencia con el deterioro de frutas frescas (García Méndez, 2008).

La pérdida de calidad de la mayoría de alimentos puede ser representada por la ecuación matemática (Labuza y Kreisman, 1979):

$$\text{Tasa} = \frac{dA}{d\theta} = kA^n$$

Donde:

$A$  = el factor de calidad medido

$\theta$  = tiempo

$k$  = constante que depende de la temperatura y la actividad de agua

$n$  = factor de potencia denominado orden de reacción

$\frac{dA}{d\theta}$  = la tasa de cambio de  $A$  con el tiempo

Giraldo (1999), explica que la metodología establecida consiste primero en identificar las reacciones químicas y biológicas que influyen sobre la calidad y seguridad del alimento e identificar el orden de estas reacciones. Se utilizó la siguiente ecuación matemática de primer orden basada en cinética química (Labuza y Kreisman, 1979):

$$\ln \frac{Ae}{Ao} = \pm k\theta$$
$$\ln Ae = \ln(Ao) \pm k\theta$$

En términos de vida útil, la ecuación se convierte en:

$$\theta = \frac{\ln Ae - \ln Ao}{\pm k}$$

Donde:

*Ao = valor inicial de A*

*Ae = valor de A al final de la vida de anaquel*

*θ = tiempo*

*k = constante de la reacción*

La ecuación de vida útil, corresponde a una línea recta de pendiente k, e intercepto  $\ln Ao$  (Giraldo, 1999).

## **pH**

Para la medición del pH primero se calibró el potenciómetro hasta que este se encuentre en un rango de 4-7, luego se preparó la muestra de 25 g en 225 ml de agua destilada y se licuó durante 1 minuto. En un vaso de precipitación se colocó 25 ml de la muestra a temperatura ambiente. Se introdujo el electrodo directamente en la muestra durante 45 segundos mínimo y se obtuvo el valor del pH.

## **Acidez titulable**

La acidez titulable representa a los ácidos orgánicos libres y se mide neutralizando los jugos o extractos de frutas con una base fuerte; se calcula a partir de la cantidad de base necesaria para alcanzar el pH al que se llegó al finalizar del análisis (García, 2019).

El extracto utilizado fue el mismo que se preparó para la medición del pH. Esta solución se tituló con una solución de NaOH 0.1 N y 3 gotas del indicador fenolftaleína. El porcentaje de acidez se expresó en ácido cítrico, y se calculó utilizabdo la siguiente fórmula (Tosne *et al.*, 2014):

$$\% \text{ acidez (ácido cítrico)} = \frac{B \times N \times PM}{W}$$

Donde:

*B* = volumen de solución de NaOH gastado en la titulación de la muestra (ml)

*N* = normalidad de la solución de hidróxido de sodio (NaOH = 0,1N)

*PM* = peso molecular del ácido predominante en la fruta (ácido cítrico) = 192

*W* = peso o volumen de la muestra (ml)

### **Sólidos solubles (°Brix)**

Se define como la concentración en gramos (g) de solutos por 100 g de solución a una temperatura específica (Araya Blanco *et al.*, 2016).

### **Índice de madurez (IM)**

Mediciones físicas, químicas o fisiológicas que permiten determinar el estado de madurez de un fruto (Torres *et al.*, 2016):

$$\text{Índice de madurez (IM)} = \frac{^{\circ}\text{Brix}}{\text{Acidez}}$$

### **Daños físicos**

Se evaluaron daños físicos a través de la observación de cortes y depresiones superficiales de los trozos del melón y se sacó un porcentaje cada 3, 6, 9, 12 y 15 días. A continuación, la Tabla 3 muestra los niveles de intensidad para la evaluación de este parámetro. Cabe mencionar que si el fruto exhibe en más de la mitad de su superficie algún imperfecto se establecerá como un daño extremo.

**Tabla 3***Intensidad de daño físico, manchas y pudrición*

Descripción	Puntuación
Extremo (> 50% del fruto se encuentra afectado)	1
Severo (30 - 50%)	2
Moderado (10 - 30%)	3
Leve (0 - 10%)	4
Ninguna (el fruto no está afectado)	5

*Nota.* Recuperado de Castro (2013).

**Pudrición**

Se observó el deterioro causado por agentes patógenos a los cubos de melón y se valoró utilizando la puntuación de la Tabla 3.

**Índice de apariencia general de los frutos**

Se evaluó los aspectos de calidad visual cada 3, 6, 9, 12 y 15 días, mediante la siguiente ecuación (Rodov *et al.*, 2000, como se citó en Castro, 2013):

$$I = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5}{N}$$

Donde:

*I* = índice de apariencia general

*N* = número total de frutos evaluados

*n* = número de frutos que presentaron igual características (igual puntuación)

1 – 5 = puntuación

En la Tabla 4 se presenta la escala de la apariencia general para los trozos de melón de acuerdo a la valoración de los parámetros de calidad visual.

**Tabla 4***Escala de valoración de apariencia general para los frutos*

Calificación total	Clasificación
Entre 4-5	<b>A:</b> Mantiene características iniciales
Entre 3-4	<b>B:</b> Presenta deterioro y daño, apto para consumo
<3	<b>C:</b> No comestible

*Nota.* Recuperado de Rodov *et al.*, 2000, como se citó en Castro, 2013.

## Sabor, olor y textura

Se evaluó los parámetros sabor y olor mediante una escala hedónica del 1 al 5 en la que se consideró: 1 no consumible y 5 excelente como se observa en la Tabla 5. El parámetro de textura se evaluó mediante la escala que se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 5**

*Escala hedónica para sabor y olor de los cubos de melón con y sin recubrimiento*

Descripción	Puntaje
Excelente	1
Me gusta mucho	2
Ni me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta mucho	4
No consumible	5

*Nota.* Recuperado de Llerena *et al.* (2018).

**Tabla 6**

*Escala de textura para la evaluar de los cubos de melón con y sin recubrimiento*

Descripción	Puntaje
Frutos muy flácidos	1
Deshidratados	2
Muy deshidratados	3
Ligeramente deshidratados	4
Turgentes (firmes)	5

*Nota.* Recuperado de Castro (2013).

## Análisis estadístico

El experimento se dispuso mediante un diseño completamente al azar con 5 repeticiones, bajo el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = u + T_i + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Características fisicoquímicas de las frutas

$u$  = media general

$T_i$  = efecto del  $i$  – ésimo tratamiento

$e_{ij}$  = error experimental

La disposición del experimento se puede apreciar en la Figura 2.

**Figura 2**

*Croquis del diseño experimental*

T1	T2	T3	T0	T4
T3	T4	T1	T2	T0
T2	T1	T0	T3	T4
T0	T3	T4	T1	T2
T4	T0	T2	T3	T1

*Nota.* Autoría propia.

Las características fisicoquímicas de los cubos de melón se caracterizaron mediante estadística descriptiva (media y desviación estándar). Para evaluar el efecto de los tratamientos sobre las características fisicoquímicas de los cubos de melón se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para un diseño completamente al azar (DCA) de un solo factor con cinco repeticiones y una prueba de comparación de medias de Duncan ( $\alpha=0,05$ ). En los casos en los que los supuestos de normalidad y homocedasticidad no se cumplieron, se realizó la prueba no paramétrica Kruskal Wallis. Todos los análisis fueron realizados en el software Infostat.

Se evaluó el efecto de los distintos niveles de proteína liofilizada de soya (Tabla 7) en melón mínimamente procesado durante 15 días con el fin de elegir el mejor tratamiento. La unidad experimental será la tarrina con 125 g de cubos de melón por tratamiento, dando un total de 25 tarrinas.

**Tabla 7**

*Porcentajes de inclusión de proteína liofilizada de soya en los tratamientos del recubrimiento comestible*

Factor		Tratamientos
		<b>T0:</b> Sin recubrimiento comestible (Control)
Proteína liofilizada de soya	0%	<b>T1:</b> con recubrimiento comestible con 0% proteína liofilizada de soya
	1%	<b>T2:</b> con recubrimiento comestible con 1% proteína liofilizada de soya
	1,5%	<b>T3:</b> con recubrimiento comestible con 1,5% proteína liofilizada de soya
	2%	<b>T4:</b> con recubrimiento comestible con 2% proteína liofilizada de soya

*Nota.* Autoría propia.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan y analizan los resultados obtenidos a lo largo del estudio en relación a las variables fisicoquímicas, calidad visual y organolépticas de los cubos de melón con y sin recubrimiento. La evaluación de los parámetros se llevó a cabo cada 3 días, permitiendo el seguimiento de la evolución de las propiedades de interés. Cabe destacar que, en el análisis de las características sensoriales, se prescindió del uso de un panel de degustación.

#### Análisis fisicoquímico

#### Pérdida de peso

**Tabla 8**

*Promedio ± D.E., del porcentaje de pérdida de peso de los cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible refrigerados a 5 °C durante 15 días*

Día	Tratamientos				
	T0	T1	T2	T3	T4
0	0	0	0	0	0
3*	1,33 ± 0,04 <sub>ns</sub>	1,01 ± 0,58 <sub>ns</sub>	1,05 ± 0,59 <sub>ns</sub>	1,30 ± 0,02 <sub>ns</sub>	1,33 ± 0,03 <sub>ns</sub>
6*	2,69 ± 0,07 <sub>ns</sub>	2,15 ± 1,17 <sub>ns</sub>	2,41 ± 1,13 <sub>ns</sub>	2,38 ± 0,59 <sub>ns</sub>	2,42 ± 0,59 <sub>ns</sub>
9*	4,97 ± 1,21 <sub>b</sub>	3,59 ± 0,83 <sub>ab</sub>	2,47 ± 0,63 <sub>a</sub>	2,71 ± 0,05 <sub>a</sub>	2,48 ± 0,59 <sub>a</sub>
12*	4,92 ± 1,92 <sub>c</sub>	3,98 ± 0,54 <sub>bc</sub>	2,81 ± 0,07 <sub>a</sub>	3,33 ± 0,72 <sub>ab</sub>	3,40 ± 0,74 <sub>abc</sub>
15	7,34 ± 0,64 <sub>c</sub>	5,05 ± 0,85 <sub>b</sub>	3,18 ± 1,62 <sub>a</sub>	4,03 ± 0,66 <sub>ab</sub>	3,82 ± 0,82 <sub>ab</sub>
<b>Promedio*</b>	3,54 ± 2,66 <sub>ns</sub>	2,63 ± 1,91 <sub>ns</sub>	1,99 ± 1,38 <sub>ns</sub>	2,29 ± 1,41 <sub>ns</sub>	2,24 ± 1,40 <sub>ns</sub>

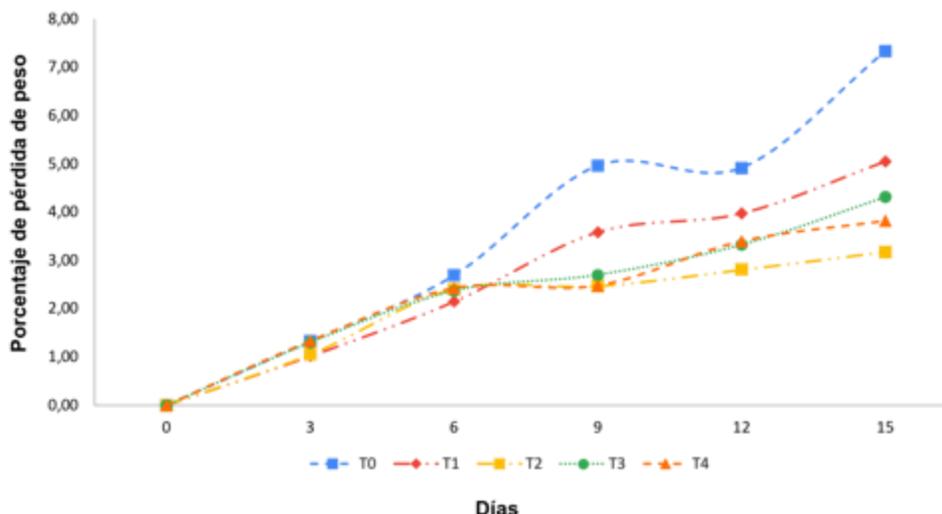
*Nota.* \*Prueba no paramétrica Kruskal Wallis, (Ranks;  $\alpha=0,05$ ). Medias con letras diferentes en una misma fila difieren significativamente. Donde: ns= no significativo, T0 (Control), T1 (RC sin soya), T2 (1% soya), T3 (1,5% soya) y T4 (2% soya). Autoría propia.

El porcentaje de pérdida de peso de los cubos de melón no mostró diferencias significativas entre tratamientos ( $H=5,42$ ;  $p=0,2437$ ). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para el 9, 12, y 15 días ( $H=11,99$ ;  $p=0,0157$ ), ( $H=9,91$ ;  $p=0,0402$ ), ( $F_{4,20}= 13,68$ ;  $p<0,0001$ ) respectivamente. El porcentaje de pérdida de peso fue menor en los cubos tratados con recubrimiento comestible de soya que los cubos control en el 9º día; mientras que, para el 12º y 15º día, el porcentaje de pérdida de los cubos del T2 fue

menor respecto de los cubos tratados con T1 (RC sin soya) y T0 (Control) (Tabla 8) (Figura 3).

### Figura 3

Porcentaje de la pérdida de peso de cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible almacenados a 5 °C durante 15 días



Nota. Donde: T0 (Control), T1 (RC sin soya), T2 (1% soya), T3 (1,5% soya) y T4 (2% soya). Autoría propia.

### Estimación del tiempo de vida útil (TVU)

El tiempo de vida útil se calculó en función de la tolerancia máxima de pérdida de peso en la calidad del melón. El valor de la constante de reacción para cada tratamiento se cuantificó realizando un análisis de regresión lineal (Tabla 9).

Tabla 9

Ecuaciones de regresión lineal con base en el% de pérdida de peso

Tratamientos	Modelos de regresión	Criterio R <sup>2</sup>
T0	$Ln\% \text{ pérdida de peso} = 0,402t + 0,0852$	0,91
T1	$Ln\% \text{ pérdida de peso} = 0,383t - 0,137$	0,90
T2	$Ln\% \text{ pérdida de peso} = 0,237t + 0,0952$	0,74
T3	$Ln\% \text{ pérdida de peso} = 0,273t + 0,138$	0,93
T4	$Ln\% \text{ pérdida de peso} = 0,244t + 0,195$	0,89

Nota. Ecuaciones que relacionan el tiempo de vida útil de los cubos de melón con el Ln% de pérdida de peso. Donde: T0 (Control), T1 (RC sin soya), T2 (1% soya), T3 (1,5% soya) y T4 (2% soya). Autoría propia.

Gorny *et al.* (2000), explican que en promedio el 8% de pérdida de peso empiezan a tener un efecto negativo sobre la calidad final del producto, promoviendo en corto tiempo el

rechazo por parte del consumidor. Tomando este porcentaje como límite tolerable de aceptación de calidad para este parámetro, se realizaron los cálculos con la ecuación cinética para la vida útil.

**Aplicación de la fórmula:**

$$\ln Ae = \ln(Ao) \pm k\theta$$

Teniendo en cuenta que:

$$\ln Ae = 8\% \text{ de pérdida de peso tolerable}$$

$$\ln Ao = \text{intercepto de la ecuación}$$

$$k = \text{constante}$$

Se tiene:

$$\ln\%pérdida \text{ de peso} = 0,402t + 0,0852$$

$$\ln(8) = 0,402t + 0,0852$$

$$t = \frac{\ln(8 - 0,0852)}{0,402}$$

$$t = 5,1 \approx 5 \text{ días}$$

**Tabla 10**

*Tiempo de vida útil en días de los cubos de melón bajo 5 tratamientos almacenados a 5 °C durante 15 días*

Tratamientos	TVU*
T0	5,1 ≈ 5 días
T1	5,5 ≈ 6 días
T2	8,7 ≈ 9 días
T3	7,6 ≈ 8 días
T4	8,4 ≈ 8 días

*Nota.* \*TVU: Tiempo de vida de los cubos de melón con y sin recubrimiento comestible. Donde: T0 (Control), T1 (RC sin soya), T2 (1% soya), T3 (1,5% soya) y T4 (2% soya). Autoría propia.

En la Tabla 10 se muestran los valores del tiempo de vida útil estimado de los cubos de melón con y sin recubrimiento en cuanto al porcentaje de pérdida de peso, observándose el

incremento de este parámetro durante el transcurso del estudio. La estimación del TVU fue mayor en el T2 (proteína liofilizada de soya 1%, almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) con 9 días en comparación con en el control con 5 días.

## pH

**Tabla 11**

*Promedio ± D.E., del pH de cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible refrigerados a 5 °C durante 15 días*

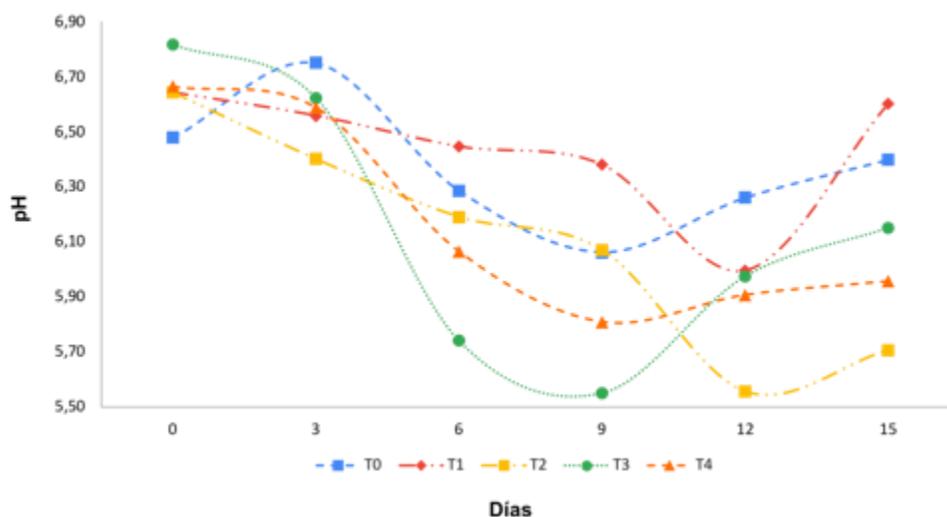
Día	Tratamientos				
	T0	T1	T2	T3	T4
0	6,48 ± 0,01 a	6,64 ± 0,01 b	6,64 ± 0,01 b	6,82 ± 0,01 d	6,66 ± 0,01 c
3*	6,75 ± 0,01 c	6,56 ± 0,10 ab	6,4 ± 0,01 a	6,62 ± 0,00 bc	6,59 ± 0,02 ab
6*	6,29 ± 0,02 cd	6,45 ± 0,02 d	6,19 ± 0,01 bc	5,74 ± 3,97 a	6,06 ± 0,01 ab
9	6,06 ± 0,01 c	6,38 ± 0,01 d	6,07 ± 0,01 c	5,55 ± 0,01 a	5,81 ± 0,01 b
12	6,26 ± 0,01 e	6,00 ± 0,01 d	5,56 ± 0,03 a	5,97 ± 0,01 c	5,91 ± 0,01 b
15*	6,40 ± 0,01 cd	6,6 ± 0,01 d	5,71 ± 0,02 a	6,15 ± 0,01 bc	5,96 ± 0,02 ab
<b>Promedio*</b>	<b>6,37 ± 0,22 b</b>	<b>6,44 ± 0,22 b</b>	<b>6,09 ± 0,38 a</b>	<b>6,14 ± 0,46 a</b>	<b>6,16 ± 0,34 a</b>

*Nota.* \*Prueba no paramétrica Kruskal Wallis, (Ranks;  $\alpha=0,05$ ). Medias con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente. Donde: T0 (Control), T1 (RC sin soya), T2 (1% soya), T3 (1,5% soya) y T4 (2% soya). Autoría propia.

Los valores de pH total para los cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible presentaron diferencias significativas entre tratamientos ( $H=17,66$ ;  $p<0,0014$ ); el pH de los cubos de melón tratados con los tratamientos 2, 3 y 4 (proteína liofilizada de soya 1, 1,5 y 2% respectivamente, almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) presentaron menor pH que los cubos de melón del control y del T1 (almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) (Tabla 11) (Figura 4).

**Figura 4**

*Evolución del pH de cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible almacenados a 5 °C durante 15 días*



*Nota.* Donde: T0 (Control), T1 (RC sin soya), T2 (1% soya), T3 (1,5% soya) y T4 (2% soya). Autoría propia.

### Acidez titulable

**Tabla 12**

*Promedio ± D.E., del % de acidez de los cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible refrigerados a 5 °C durante 15 días*

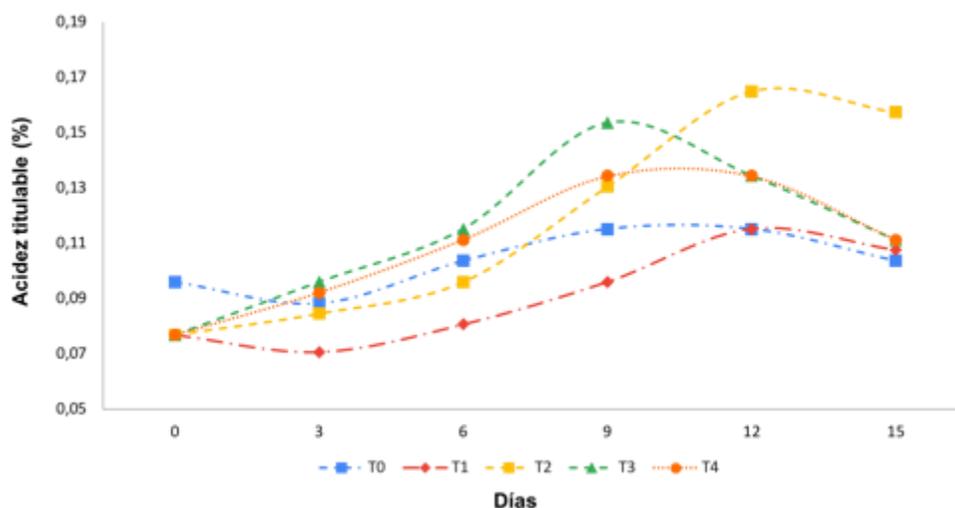
Día	Tratamientos				
	T0	T1	T2	T3	T4
0*	0,10 ± 0,00 b	0,08 ± 0,00 a	0,08 ± 0,00 a	0,08 ± 0,00 a	0,08 ± 0,00 a
3*	0,09 ± 0,01 ab	0,07 ± 0,01 a	0,09 ± 0,01 ab	0,10 ± 0,00 b	0,10 ± 0,01 b
6*	0,11 ± 0,01 bc	0,08 ± 0,01 a	0,10 ± 0,00 ab	0,12 ± 0,00 c	0,12 ± 0,01 bc
9*	0,12 ± 0,00 ab	0,10 ± 0,00 a	0,13 ± 0,00 bc	0,15 ± 0,00 c	0,13 ± 0,00 bc
12*	0,12 ± 0,00 a	0,12 ± 0,00 a	0,16 ± 0,01 b	0,13 ± 0,00 b	0,13 ± 0,00 b
15	0,11 ± 0,01 a	0,11 ± 0,01 a	0,15 ± 0,02 b	0,11 ± 0,01 a	0,12 ± 0,01 a
<b>Promedio*</b>	0,11 ± 0,01 b	0,09 ± 0,02 a	0,12 ± 0,03 b	0,12 ± 0,02 b	0,11 ± 0,02 b

*Nota.* \*Prueba no paramétrica Kruskal Wallis, (Ranks;  $\alpha=0,05$ ). Medias con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente. Donde: T0 (Control), T1 (RC sin soya), T2 (1% soya), T3 (1,5% soya) y T4 (2% soya). Autoría propia.

El contenido de acidez total de los cubos de melón mostró diferencias significativas entre tratamientos ( $H=16,30$ ;  $p=0,0018$ ). Los cubos de melón bajo el tratamiento 1 (almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) tuvo menor porcentaje de acidez respecto a todos los tratamientos (Tabla 12) (Figura 5).

**Figura 5**

*Evolución del porcentaje de acidez de los cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible almacenados a 5 °C durante 15 días*



*Nota.* Donde: T0 (Control), T1 (RC sin soja), T2 (1% soja), T3 (1,5% soja) y T4 (2% soja). Autoría propia.

### Sólidos solubles (°Brix)

**Tabla 13**

*Promedio ± D.E., de los °Brix de cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible refrigerados a 5 °C durante 15 días*

Día	Tratamientos				
	T0	T1	T2	T3	T4
0*	9,46 ± 0,22 ab	9,70 ± 0,19 bc	9,84 ± 0,05 c	9,82 ± 0,08 c	9,02 ± 0,11 a
3*	9,30 ± 0,10 b	9,76 ± 0,21 c	9,38 ± 0,11 bc	8,78 ± 0,04 a	9,18 ± 0,16 ab
6*	9,66 ± 0,05 c	9,32 ± 0,08 b	9,68 ± 0,16 c	8,58 ± 0,30 a	8,74 ± 0,15 a
9	9,28 ± 0,20 b	8,72 ± 0,16 a	9,12 ± 0,08 b	8,72 ± 0,29 a	8,80 ± 0,12 a
12*	9,34 ± 0,11 bc	8,74 ± 0,15 ab	9,66 ± 0,15 c	8,54 ± 0,05 a	8,70 ± 0,10 ab
15*	8,94 ± 0,15 bc	8,68 ± 0,28 ab	9,40 ± 0,12 c	8,52 ± 0,08 a	8,70 ± 0,10 ab
<b>Promedio*</b>	9,33 ± 0,26 bc	9,15 ± 0,50 b	9,37 ± 0,35 c	8,83 ± 0,49 a	8,86 ± 0,22 a

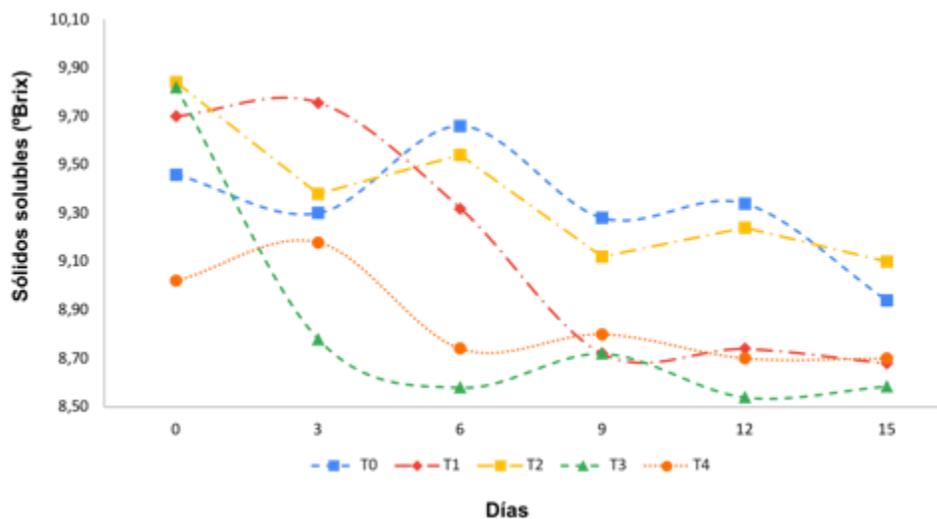
*Nota.* \*Prueba no paramétrica Kruskal Wallis, (Ranks;  $\alpha=0,05$ ). Medias con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente. Donde: T0 (Control), T1 (RC sin soja), T2 (1% soja), T3 (1,5% soja) y T4 (2% soja). Autoría propia.

El contenido de sólidos solubles totales en los cubos de melón con y sin recubrimiento mostraron diferencias significativas entre tratamientos ( $H=42,63$ ;  $p<0,0001$ ). Los sólidos solubles de los cubos de melón del T2 (proteína liofilizada de soja 1%, almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) fueron mayor al

contenido de sólidos solubles de los cubos de melón de los tratamientos T3 y T4 (Tabla 13) (Figura 6).

### Figura 6

*Evolución de los °Brix de cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible almacenados a 5 °C durante 15 días*



Nota. Donde: T0 (Control), T1 (RC sin soja), T2 (1% soja), T3 (1,5% soja) y T4 (2% soja). Autoría propia.

### Índice de madurez (IM)

Tabla 14

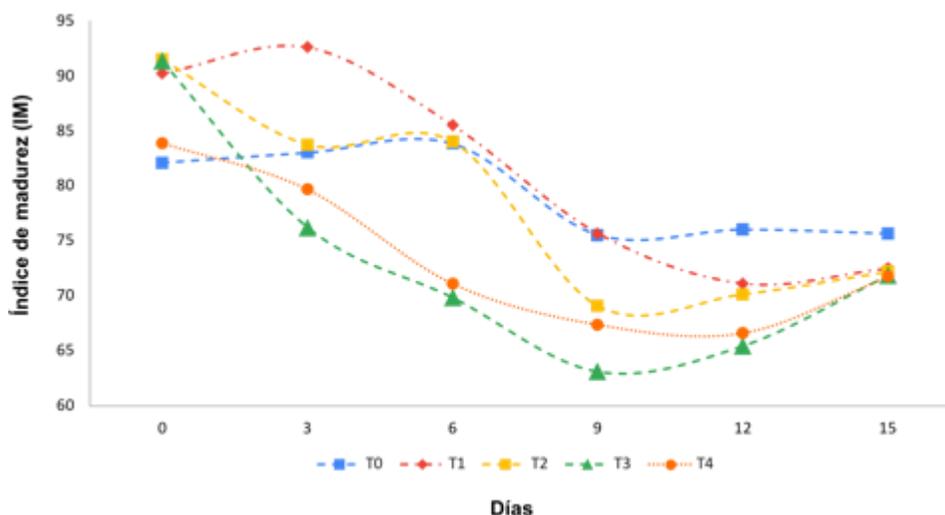
*Promedio ± D.E., del índice de madurez de los cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible refrigerados a 5 °C durante 15 días*

Día	Tratamientos				
	T0	T1	T2	T3	T4
0*	86,78 ± 2,16 a	90,22 ± 1,71 bc	91,50 ± 0,55 c	91,32 ± 0,80 c	83,88 ± 0,99 ab
3*	83,04 ± 2,85 bc	92,6 ± 6,73 c	83,76 ± 3,51 bc	76,22 ± 0,40 a	79,66 ± 1,42 ab
6*	83,84 ± 0,49 b	85,52 ± 2,80 b	84,06 ± 1,42 b	69,8 ± 2,47 a	71,12 ± 1,21 a
9*	75,54 ± 1,64 c	75,74 ± 1,42 bc	69,1 ± 1,26 c	63,08 ± 2,09 a	67,38 ± 0,94 ab
12	76,02 ± 0,91 c	71,12 ± 1,21 b	70,14 ± 2,01 b	65,42 ± 0,44 a	66,64 ± 0,75 a
15*	75,66 ± 1,47 b	72,52 ± 2,96 b	67,72 ± 0,78 a	73,28 ± 4,88 b	71,76 ± 2,68 b
<b>Promedio*</b>	79,37 ± 4,04 c	81,29 ± 9,20 c	77,71 ± 9,42 bc	73,19 ± 9,65 a	73,41 ± 6,56 ab

Nota. \*Prueba no paramétrica Kruskal Wallis, (Ranks;  $\alpha=0,05$ ). Medias con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente. Donde: T0 (Control), T1 (RC sin soja), T2 (1% soja), T3 (1,5% soja) y T4 (2% soja). Autoría propia.

## Figura 7

Evolución del índice de madurez de los cubos de melón tratados con y sin recubrimiento comestible almacenados a 5 °C durante 15 días



Nota. Donde: T0 (Control), T1 (RC sin soya), T2 (1% soya), T3 (1,5% soya) y T4 (2% soya). Autoría propia.

## Análisis de calidad visual

### Daños físicos y pudrición

Tabla 15

Datos de valoración de calidad visual para los cubos de melón con y sin recubrimiento almacenados a 5 °C durante 15 días

Parámetros	Días	Tratamientos				
		T0	T1	T2	T3	T4
Daños físicos	0	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	3	4,80	4,80	4,80	4,60	4,80
	6	4,60	4,60	4,60	4,40	4,20
	9	3,80	4,00	4,60	3,40	3,40
	12	3,60	2,60	3,00	2,20	2,60
	15	1,60	1,40	1,80	3,40	3,60
Pudrición	0	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	3	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	6	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
	9	2,00	3,80	4,60	3,80	3,40
	12	2,20	2,80	3,20	2,80	3,00
	15	1,20	1,60	1,80	2,20	2,00

Nota. Puntaje de la escala: 1: extremo, 2: severo; 3: moderado; 4: leve, 5: nada. Donde: T0 (Control), T1 (RC sin soya), T2 (1% soya), T3 (1,5% soya) y T4 (2% soya). Autoría propia.

Los cubos de melón con recubrimiento mantuvieron las características iniciales hasta el 6 día de almacenamiento. Los cubos de melón recubiertos con el RC con mayor porcentaje de proteína liofilizada de soya, es decir, T3 (proteína liofilizada de soya 1,5%, almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) y T4 (proteína liofilizada de soya 2%, almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) presentaron mayor pérdida de calidad visual a los 9 días que los cubos recubiertos con el T1 (almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) y T2 (proteína liofilizada de soya 1%, almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero). Los cubos de melón del control perdieron calidad visual antes que los demás tratamientos (Tabla 15).

### Índice de apariencia general de los frutos

**Tabla 16**

*Datos de evaluación de calidad visual total para los cubos de melón con y sin recubrimiento almacenados a 5 °C durante 15 días*

Días	Tratamientos				
	T0	T1	T2	T3	T4
0	A	A	A	A	A
3	A	A	A	A	A
6	B	A	A	A	A
9	C	B	A	B	B
12	C	C	B	C	C
15	C	C	C	C	C

*Nota.* Clasificación de las letras en función del puntaje total: A= mantiene características iniciales (4-5); B= presenta deterioro, pero es apto para el consumo (3-4) y C= no comestible (<3). Donde: T0 (Control), T1 (RC sin soya), T2 (1% soya), T3 (1,5% soya) y T4 (2% soya). Autoría propia

De forma general, los cubos de melón tratados con el recubrimiento comestible con y sin proteína liofilizada de soya presentaron buenas características hasta el noveno día a diferencia del grupo control que al sexto día presentaron deterioro. Los cubos de melón del T2 (proteína liofilizada de soya 1%, almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) presentaron cierto deterioro en las características de

calidad visual, sin embargo, eran aptas para el consumo hasta el doceavo día. Al final del experimento, todas las muestras presentaron daños físicos y pudrición (Tabla 16).

## Análisis organoléptico

### Sabor, olor y textura

**Tabla 17**

*Promedio ± D.E., de los parámetros organolépticos: sabor, olor y textura de los cubos de melón con y sin recubrimiento comestible almacenados a 5 °C durante 15 días*

Parámetro	Día	Tratamientos				
		T0	T1	T2	T3	T4
Sabor	0	1,60 ± 0,55 a	1,60 ± 0,55 a	1,40 ± 0,55 a	1,80 ± 0,45 a	1,60 ± 0,55 a
	3*	1,8 ± 0,84 ns	2,2 ± 0,84 ns	1,8 ± 0,84 ns	1,8 ± 0,45 ns	1,8 ± 0,84 ns
	6	2,80 ± 0,84 a	2,00 ± 1,22 a	1,80 ± 0,84 a	2,20 ± 0,84 a	2,00 ± 0,71 a
	9	4,6 ± 0,55 c	4,2 ± 1,30 bc	2,4 ± 0,55 a	3,2 ± 1,30 ab	4,6 ± 0,55 c
	12*	4,8 ± 0,45 c	4,8 ± 0,45 c	2,8 ± 0,84 a	4,6 ± 0,55 bc	3,8 ± 0,45 a
	15*	5 ± 0 ns	5 ± 0 ns	4,4 ± 0,55 ns	4,8 ± 0,45 ns	4,8 ± 0,45 ns
Olor	0*	1,00 ± 0,00 ns				
	3	1,40 ± 0,55 a	1,80 ± 0,45 a	1,80 ± 0,84 a	2,20 ± 0,45 a	1,80 ± 0,45 a
	6*	2,80 ± 1,30 ns	2,00 ± 1,00 ns	2,20 ± 0,45 ns	1,80 ± 0,45 ns	2,00 ± 0,00 ns
	9	3,6 ± 0,55 a	3 ± 0,71 a	2,6 ± 0,89 a	2,8 ± 0,84 a	3,4 ± 0,89 a
	12	4,4 ± 0,89 b	4,4 ± 0,55 b	3 ± 1 a	3,8 ± 0,45 ab	3,2 ± 0,84 a
	15*	4,80 ± 0,45 ns	4,60 ± 0,55 ns	4,20 ± 0,45 ns	4,40 ± 0,55 ns	4,40 ± 0,55 ns
Textura	0	5,00 ± 0,00 ns				
	3*	4,6 ± 0,55 ns	4,8 ± 0,45 ns	5 ± 0 ns	5 ± 0 ns	5 ± 0 ns
	6	4,20 ± 0,84 a	4,40 ± 0,55 a	4,80 ± 0,45 a	4,60 ± 0,55 a	4,40 ± 0,55 a
	9*	2,4 ± 0,55 a	3,6 ± 0,89 ab	4,4 ± 0,55 b	4,2 ± 0,45 b	3,4 ± 0,55 ab
	12	1,6 ± 0,55 a	1,6 ± 0,80 a	2,2 ± 1,30 ab	1,8 ± 0,84 ab	3 ± 1 b
	15*	1,2 ± 0,45 ns	1,6 ± 0,89 ns	2,8 ± 0,84 ns	1,4 ± 0,55 ns	1,6 ± 0,89 ns

*Nota.* \*Prueba no paramétrica Kruskal Wallis, (Ranks;  $\alpha=0,05$ ). Medias con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente. Donde: ns=no significativo, T0 (Control), T1 (RC sin soya), T2 (1% soya), T3 (1,5% soya) y T4 (2% soya). Autoría propia.

Los parámetros de sabor, olor y textura total de los cubos de melón no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ( $H=7,24$ ;  $p=0,1040$ ), ( $H=1,80$ ;  $p=0,7540$ ), ( $H=54,39$ ;  $p=0,3059$ ). Sin embargo, para la característica de sabor si se encontraron diferencias significativas a los días 9 y 12 ( $F_{4,20}=5,47$ ;  $p=0,0039$ ), ( $H=14,22$ ;  $p=0,0025$ ) respectivamente. Los cubos de melón bajo el T2 (proteína liofilizada de soya 1%, almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) presentaron mejor sabor que el resto de tratamientos. En cuanto al olor, para el doceavo día de evaluación, si se

encontró diferencias significativas ( $F_{4,20}=3,57$ ;  $p=0,0237$ ). Los cubos de melón tratados con el T2 (proteína liofilizada de soya 1%, almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) presentaron mejor olor que los cubos de melón del T0 (Control) y del T1 (almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) (Tabla 17). Respecto a la textura, no se encontró diferencias significativas ( $F_{4,20}=3,93$ ;  $p=0,1441$ ).

## **Discusión**

Durante el tiempo de almacenamiento, se observó que los cubos de melón que la pérdida de peso incrementó durante los 15 días de almacenamiento, lo que produjo detrimento de la calidad comercial y del peso promedio inicial de las muestras de los cubos. Hasta el sexto día la pérdida de peso se mantenía casi estable, sin presentar diferencias entre tratamientos, pero sí frente al control. El tratamiento más efectivo fue el T2 (proteína liofilizada de soya 1%, almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) con 3,18% de pérdida de peso, mientras que el T0 (control) perdió el 7,34%, valor que no presenta similitudes con los reportados por Aguayo (2003) en su estudio de conservación de melón procesado en fresco, el melón amarillo obtuvo una pérdida de peso de 15,97% y Torrenegra *et al.* (2016) obtuvieron un 13,8% de pérdida de peso en su estudio de una biorecubrimiento en melón. Las muestras de los estudios se almacenaron a diferentes temperaturas de 4 - 5 °C, respectivamente, también lo que varió fue la forma y las dimensiones del corte, la temperatura de almacenamiento, así como también la variedad del melón permitiendo inferir que estos factores influyen en la variación de este parámetro. Así lo menciona, Aguayo (2003), los parámetros sensoriales y fisicoquímicos en todos los tipos varietales de melón se ven afectados por el tipo de corte y la temperatura. A su vez, Saavedra y Algecira (2010), mencionan que la proteína liofilizada de soya, debido a su carácter anfifílico y su capacidad emulgente, generó una película más resistente que dificultó la difusión del agua,

lo cual a su vez originó una barrera de protección más efectiva, evitando así la deshidratación. Por otro lado, el recubrimiento que contenía solo almidón aumento la pérdida de peso de los cubos durante su almacenamiento.

El tratamiento que tuvo un mayor impacto en el tiempo de vida útil, en términos de pérdida de peso, fue el T2 (proteína liofilizada de soya al 1%, almidón de yuca al 1%, glicerol al 2,5%, polisorbato (Tween 80) al 0,4% y aceite esencial de romero al 0,4%). Gracias a esta formulación, se logró extender la vida útil del melón hasta 9 días. Teniendo en cuenta que el melón mínimamente procesado es altamente perecible, mostrando una notable tendencia al ablandamiento y la contaminación microbiana, su vida útil se limita a 4 días para el caso de la variedad Cantaloupe, Aguayo (2003). Sin embargo, con la aplicación del recubrimiento comestible (RC) de soya, se pudo extender la vida del melón hasta el doble de días, proporcionando una mejora en su conservación.

Lobo y González (2006), explican que la vida útil se reduce debido a varias razones. En primer lugar, las superficies cortadas y los tejidos vegetales dañados hacen que estos productos sean más susceptibles a cambios de calidad. Además, el de mínimo procesado no garantiza la esterilización o la estabilidad microbiológica del producto, lo que también contribuye a su perecibilidad. Por otro lado, el metabolismo de los productos mínimamente procesados sigue siendo activo, lo que provoca reacciones de degradación que afectan las características organolépticas como el color, la firmeza, el aroma, el sabor y el valor nutricional. Todo esto hace que estos productos sean más vulnerables a perder su calidad higiénico-sanitaria.

Valencia-Chamorro y Torres-Morales (2016), mencionan que, debido al procesamiento, los productos IV gama tienen un tiempo de vida más corto, de 5 a 10 días, que los productos enteros. Esto debido a los daños que se producen en sus tejidos celulares durante su procesamiento. En base a los análisis de los parámetros físicos y organolépticos, los cubos de melón del T0 presentaron deterioro a partir del 6 día, incluyendo los que estaban con RC sin

soya. El T2 (proteína liofilizada de soya 1%, almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) mostró pequeños deterioros a partir del noveno y doceavo día. De esto se puede inferir que la adición de 1% de soya más 0,4% de aceite esencial de romero crean una atmósfera modificada impidiendo la rápida degradación de los cubos de melón; mientras que la adición de más de 1% de soya también implica el aumento en el porcentaje de inclusión del agente microbiano (aceite esencial) en la formulación del recubrimiento para su mejor desempeño.

Torres y Miquel (2003), mencionan que el uso de atmósferas controladas y la regulación del crecimiento microbiológico pueden aumentar la vida útil del melón mínimamente procesado de 10 a 14 días, dado que se reduce la emisión de etileno provocado por el corte y también la senescencia y alteraciones fúngicas que afecta la apariencia del producto negativamente. Aguayo (2003) y Aguayo *et al.* (2004), explican que dependiendo la variedad de melón, los comportamientos metabólicos son menos o más intensos, siendo más intenso en la variedad Cantaloupe, traduciéndose en una mayor producción de CO<sub>2</sub> y etileno, además de que la intensidad respiratoria se correlaciona positivamente con el grado de procesamiento del melón cortado y que aumenta conforme mayor es el grado y superficie de corte, Artés-Hernández *et al.* (2009), lo que acorta su vida útil respecto de otras variedades.

Con respecto al pH, Domene y Segura (2014), reporta un rango de 5,69 a 6,21 en el que entran parte de los valores obtenidos. Por otro lado, la FDA (2003), reporta un rango de 6,13 a 6,53, rango en el que coinciden más datos (Álvarez *et al.*, 2013). Para el caso del T0 (control) a partir del tercer día presenta aumento en su pH. Según, Álvarez *et al.* (2013), la maduración de las frutas podría haber influido en el aumento de pH en el caso de los controles.

La tendencia de los valores de pH de los cubos de melón correspondiente a los tratamientos 1 (almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) y 2 (proteína liofilizada de soya 1%, almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) se puede atribuir al efecto de

barrera del recubrimiento comestible, que como explican Álvarez *et al.* (2013), el RC tiene como objetivo reducir el metabolismo activo de la fruta, lo que retrasa el proceso de maduración, resultando en una disminución en la tasa de respiración celular de los tejidos vegetales, lo que limita la degradación de los ácidos orgánicos, lo que resulta en una menor variación del pH.

Por otro lado, la tendencia de descenso de los valores de pH a partir del tercer día puede deberse a la mezcla y concentración de gases que existió al momento del envasado de los cubos de melón, pues como menciona Martínez Macías, (2018), en su estudio de melón troceado almacenado a 4 °C durante 30 días, al momento de envasar el producto gama IV, este proceso se lleva a cabo con una mezcla de gases que oscila entre el 8-10% de O<sub>2</sub> y un 10% de CO<sub>2</sub>, sin alcanzar una concentración de gases constante, lo que significa que no se alcanza una atmósfera de equilibrio en el envase. Como resultado, la concentración de O<sub>2</sub> disminuye y la concentración de CO<sub>2</sub> aumenta, lo que conduce a rutas fermentativas. Aguayo (2003) también explica que la producción de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> se estabiliza al tercer día ya que los melones superan el estrés del corte al ser procesado si su almacenamiento es a 5 °C.

Es importante mencionar que el uso de radiación UV-C como desinfectante en los cubos de melón, previo a la aplicación del RC y antes del almacenamiento pudo haber influido en los datos obtenidos de los parámetros físicos, químicos y organolépticos. (Lamikanra y Richard, 2002) indican que al exponer el melón Cantaloupe a radiación UV-C, se producen cambios en la composición de los volátiles presentes, sintetizando compuestos terpenoides cíclicos y acíclicos, como fitoalexinas y terpenil acetato, los cuales son responsables de reducir el crecimiento microbiano (Aguayo *et al.*, 2007).

El dato de acidez obtenido en este estudio está en un rango de 0,10 a 0,13% de ácido cítrico, datos que entran en los reportados por Mosca *et al.* (2001), en su investigación utilizando marcadores bioquímicos de maduración en poscosecha en variedades de melón que presentan niveles de acidez entre 0,09 a 0,15% de ácido cítrico. Domene y Segura, (2014),

reporta valores de 0,07 a 0,12% de acidez, valores similares a los obtenidos.

La disminución de la acidez inicial en el T0 (control) y T1 (proteína liofilizada de soya 1%, almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero), como explica Baeza (2007), se debe a la actividad metabólica que se produce en las frutas durante el proceso de maduración, ya que en este estado ocurren actividades enzimáticas que producen cambios metabólicos que conducen a la conversión de los ácidos orgánicos de reserva de las frutas en azúcares que se consumen durante la respiración celular. También puede ser un efecto del estrés inicial que se generó al cortar a los de melón, provocando un cambio rápido en la tasa respiratoria.

Sin embargo, los cubos de melón recubiertos presentaron una relación casi lineal entre el pH y la acidez. Álvarez *et al.* (2013), indica que el recubrimiento comestible retrasa la degradación de los ácidos orgánicos y reduce la tasa de respiración, lo que reduce la variabilidad del porcentaje de acidez.

Qi *et al.* (1999) y Lamikanra *et al.* (2000), hallaron una AT inexplicablemente mayor y un menor pH en todas las variedades de melón a 5 °C. Según, Aguayo (2003), el tipo de corte, en las variedades de melón, experimentaron un aumento de AT y un descenso del pH, como se observó en el tratamiento T2 (proteína liofilizada de soya 1%, almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero).

En cuanto a los sólidos solubles, se encontraron valores de 8,86 a 9,86 °Brix, se encuentran dentro del rango descrito por La Molina (2000) y Fruteco (2004), que indica que, para la cosecha de melones, los valores mínimos necesarios van entre 8 y 14 °Brix (Álvarez *et al.*, 2013). Por otro lado, Vargas *et al.* (2008) consideran que los melones están aptos para la venta si estos presentan un valor de sólidos solubles de 9 a 12 °Brix. Domene y Segura, (2014), también reporta valores de 9,52 a 12,94 de °Brix en melones.

Los sólidos solubles (°Brix) disminuyeron a través del tiempo, salvo en el día 12 y 15 en donde se observó un aumento, presentando diferencias significativas. La tendencia de los

valores los sólidos solubles de los cubos de melón con RC de proteína de soya liofilizada, puede ser atribuida al efecto del mismo. Según, Rojas-Graü *et al.* (2007), los recubrimientos comestibles, se utilizan en frutas gama IV, para modificar su atmósfera, disminuyendo la pérdida de agua y regulando el transporte de gases. Esto hace que el metabolismo de las frutas sea más lento y aumente el consumo de sustrato orgánico (azúcares).

La disminución significativa de los °Brix en los cubos de melón se podría atribuir al grado de procesamiento que tuvo el melón provocando un mayor metabolismo y experimentando un descenso en los SST. Esto también puede deberse a la acción microbiana, especialmente levaduras. Álvarez *et al.* (2013), explican que, durante el tiempo de almacenamiento, los frutos pueden experimentar cambios fisiológicos debido a la liberación o exudación de nutrientes, lo que permite que hongos y bacterias se desarrollen en los frutos que se utilizan como sustrato. Lamikanra *et al.* (2000), informan que después de 14 días a 4 °C, los niveles de acidez titulable y sólidos solubles en Cantaloupe procesado en fresco disminuyeron, pero no hubo cambios significativos. Peñuela (2004) explica que la pulpa cercana a las semillas presenta mayor contenido de azúcar respecto de la parte media y la parte de la corteza, lo que puede justificar las variaciones respecto de este parámetro.

Para el índice de madurez, Peñuela (2004), en su análisis de la calidad interna para los diferentes estados de madurez del melón Cantaloupe, explica que la determinación del contenido de acidez mediante la acidez titulable no tiene aplicación como índice de madurez, lo que puede justificar los valores heterogéneos obtenidos.

Laínez y Krarup (2008), enfatizan que los factores ambientales y las técnicas de manejo del cultivo pueden afectar las condiciones fisicoquímicas de los melones. Por su parte, Valero *et al.* (2016), enfatizan que los cambios en los valores de pH, sólidos solubles (°Brix) y acidez titulable durante el almacenamiento de frutos con recubrimiento comestible pueden ser variables y dependen de diversos factores como la variedad, el grado de madurez y las condiciones experimentales. Estos hallazgos ayudan a comprender la variación observada en

el pH, los °Brix y la acidez titulable desde el inicio del experimento.

Con respecto a los parámetros organolépticos, el tratamiento que mejor resultados obtuvo fue el T2 (proteína liofilizada de soya 1%, almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero) con puntajes entre 3 y 4 para el criterio de sabor y olor, lo que indica que los cubos de melón bajo este tratamiento presentaron cierto deterioro, pero que eran aptos para el consumo hasta el 12 día. Posiblemente se obtuvo este resultado debido a que, como menciona Aguayo (2003), el melón Cantaloupe es aromático y esto pudo haber enmascarado el olor a “moho” para ese día. Además, Lamikanra *et al.* (2005), investigaron el impacto de la radiación ultravioleta en el sabor de las frutas y descubrieron que las frutas tratadas con luz UV mantenían su aroma, al igual que las muestras de control que no recibieron este tratamiento. Aguayo (2003) explica que la disminución en el sabor se da por la temperatura de 5 °C como por la reducción de sólidos totales versus la acidez.

También hay que tener en cuenta que, como mencionó Martínez Macías (2018), la mezcla de gases de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> al momento del envasado y específicamente la concentración de O<sub>2</sub>, a partir del 4<sup>o</sup>-5<sup>o</sup> día de envasado, está muy próxima al 0%, lo que produce cambios en las rutas metabólicas de respiración de la fruta, dando paso a la respiración anaerobia que generan olores y sabores desagradables (fermentación). Lo que explicaría los datos obtenidos en los parámetros organolépticos a partir del 6 día en se presentó un intenso olor a etanol con síntomas de infección microbiana en el T0 (control) y en el T1 (almidón de yuca 1%, glicerol 2,5%, polisorbato (Tween 80) 0,4% y 0,4% aceite esencial de romero). Ya que debido al estrés generado por el corte en los melones se produjo un cambio brusco en la tasa respiratoria dando paso al inicio de procesos fermentativos y/o desarrollo de microorganismos produciendo variaciones en los parámetros organolépticos y de calidad visual.

Aguayo (2003), comparó el melón entero recién cortado con el procesado en fresco. El melón recién cortado, conservado 10 días a 5 °C, tenía un excelente sabor, aroma y calidad

global, mientras que el procesado, conservado 10 días a la misma temperatura, mostraba signos de deterioro, desarrollo de translucencia, en mayor o menor intensidad según el tipo varietal, pérdida de textura, sabor y aroma. Lo que se corroboró con los tratamientos, pues a partir del 9 día los cubos de melón ya presentaban deterioro.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

- Se elaboraron recubrimientos comestibles con distintos porcentajes de proteína liofilizada de soya (1%, 1,5% y 2%) teniendo como base del recubrimiento los siguientes componentes: almidón 1%, glicerol 2,5% Tween 80 0,4% y AE de romero 0,4%. El recubrimiento con el nivel de 1% de proteína liofilizada de soya exhibió una apariencia más atractiva hasta el 9 día de almacenamiento. Este efecto se puede atribuir principalmente a la acción conjunta del aceite esencial de romero como antimicrobiano y al RC.
- Los valores de los parámetros de pH, sólidos solubles (°Brix) y acidez titulable, observados durante el periodo de almacenamiento de los cubos de melón con y sin recubrimiento comestible, presentan una naturaleza variable. Estas fluctuaciones se pueden adjudicar a la interacción de múltiples factores, como la variedad de melón, manejo del cultivo, tratamientos aplicados y diversas condiciones experimentales empleadas, como el tipo de corte y la aplicación de luz UV-C.
- Se determinó la vida útil de los cubos de melón con y sin recubrimiento comestible almacenados a  $5 \pm 1,21$  °C usando el parámetro de pérdida de peso como indicador. La ecuación cinética de deterioro de primer orden mostró una relación lineal entre la pérdida de peso y tiempo. Los resultados arrojaron un tiempo de vida útil de 5 días para el tratamiento T0 (control), 6 días para el T1, 9 días para el T2, y 8 días para el T3 y T4. Los cubos de melón pueden conservarse con el recubrimiento comestible de soya al 1% (T2) durante 9 días, siempre y cuando se realice un tratamiento desinfectante adicional para evitar la acción de levaduras.

## Recomendaciones

- Se recomienda considerar el uso del recubrimiento comestible con la formulación 2 que contiene 1% de proteína liofilizada de soya, 1% de almidón de yuca, 2.5% glicerol, 0.4% Tween 80 y 0.4% de aceite esencial de romero, ya que se obtuvieron resultados positivos durante el estudio, prolongando la vida útil de los cubos de melón y manteniendo los parámetros de calidad de los productos gama IV.
- Se recomienda realizar la optimización de las formulaciones con concentraciones de proteína de soya liofilizada entre el 0,5-1,5%, y evaluar su efectividad y aceptabilidad sensorial en diferentes condiciones de almacenamiento.
- Se recomienda utilizar otras formas y tamaños de cortes para determinar cuál sería el más adecuado para la elaboración del producto de IV gama, debido a que esto influye en los datos fisicoquímicos de la fruta, por ende, en la calidad y vida útil.
- Se recomienda realizar análisis microbiológicos con el fin de determinar el efecto de la radiación UV-C en el crecimiento de microorganismos y definir el tiempo de vida útil respecto del crecimiento de estos.

## Bibliografía

- Aguayo, E. (2003). *Innovaciones tecnológicas en la conservación de melón y tomate* [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cartagena].  
<https://doi.org/https://doi.org/10.31428/10317/294>
- Aguayo, E., Escalona, V. H., y Artés, F. (2004). Metabolic Behavior and Quality Changes of Whole and Fresh Processed Melon. *Journal of Food Science*, 69(4), 148–155.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb06356.x>
- Aguayo, E., Escalona, V. H., Gómez, P., Artés Hernández, F., y Artés Calero, F. (2007). Técnicas emergentes y sostenibles para la desinfección de frutas y hortalizas mínimamente procesadas. *Phytoma*, 189, 138–142. <http://hdl.handle.net/10317/296>
- Almeida-Castro, A., Reis Pimentel, J. D., Santos Souza, D., Vieira de Oliveira, T., y da Costa Oliveira, M. (2011). Estudio de la conservación de la papaya (*Carica papaya* L.) asociado a la aplicación de películas comestibles. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(1), 049–060. <https://drive.google.com/file/d/1R-4Eebcypg2TdwWgPEUuoGv7KqCHp0zS/view>
- Álvarez Arenas, C., Fermín, N., García, J., Peña, E., y Martínez, A. (2013). Evaluación del efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible en melones (*Cucumis melo* L., var. cantaloupe) cortados y almacenados en refrigeración. *Saber. Revista Multidisciplinaria Del Consejo de Investigación de La Universidad de Oriente*, 25, 218–226. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-01622013000200012&lng=en&tlng=](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622013000200012&lng=en&tlng=)
- Andrade, M. J. (2019). Uso de la radiación ultravioleta en la industria agroalimentaria. *Ecuador Es Calidad - Revista Científica Ecuatoriana*, 6(1), 12–14.  
<https://revistaecuadorestcalidad.agrocalidad.gob.ec/revistaecuadorestcalidad/index.php/revista/article/view/59>

- Araya Blanco, J., Alpízar Oviedo, E., Valverde Araya, W., y Chavarria, E. (2016). Aplicación del índice de madurez de la caña como criterio de cosecha: un método sencillo con un fundamento fisiológico sólido y un enfoque práctico. *Revista Entre Cañeros*, 6, 51–59. [https://www.researchgate.net/publication/335003001\\_Aplicacion\\_del\\_indice\\_de\\_madurez\\_de\\_la\\_cana\\_como\\_criterio\\_de\\_cosecha\\_un\\_metodo\\_sencillo\\_con\\_un\\_fundamento\\_fisiologico\\_solido\\_y\\_un\\_enfoque\\_practico](https://www.researchgate.net/publication/335003001_Aplicacion_del_indice_de_madurez_de_la_cana_como_criterio_de_cosecha_un_metodo_sencillo_con_un_fundamento_fisiologico_solido_y_un_enfoque_practico)
- Arcentales León, J. L. (2022). *Evaluación del efecto de quitosano y aceite de canela aplicado como recubrimiento comestible en mora postcosecha* [Trabajo de titulación, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23409/1/UPS-CT010073.pdf>
- Artés-Hernández, F., Aguayo, E., Gómez, P., y Artés, F. (2009). Productos vegetales mínimamente procesados o de la “cuarta gama.” *Revista Horticultura Internacional*, 69, 52–57. [http://www.horticom.com/revistasonline/extras/extra09/52\\_57.pdf](http://www.horticom.com/revistasonline/extras/extra09/52_57.pdf)
- Aucancela López, J. C. (2019). *Evaluación de la estabilidad microbiológica y organoléptica de manjar de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) con dos métodos de conservación, dos edulcorantes y a dos temperaturas.* [Trabajo de titulación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/21021/1/T-IASA%20I-005496.pdf>
- Baeza, R. (2007). *Comparison of technologies to control the physiological, biochemical and nutritional changes of fresh cut fruit* [Tesis de maestría, Kansas State University]. <http://hdl.handle.net/2097/494>
- Bai, J.-H., Saftner, R. A., Watada, A. E., y Lee, Y. S. (2001). Modified Atmosphere Maintains Quality of Fresh-cut Cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *Journal of Food Science*, 66(8), 1207–1211. <http://lib3.dss.go.th/fulltext/Journal/Journal%20of%20food%20science/2001%20v.66/no.8/jfsv66n8p1207-1211ms20000413%5B1%5D.pdf>

- Buitrago, C., Saavedra, A., y Pinzón, M. I. (2012). Conservación del melón cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis*) fresco cortado recubierto y almacenado en atmósferas modificadas. *Vitae*, 19(1), 123–125.  
<https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914033.pdf>
- Cáceres Navas, J. C. (2019). *Efecto antimicrobiano de un recubrimiento activo con aceite esencial de flor de canela en mora de castilla (Rubus glaucus Benth)* [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Ambato].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30184/1/BQ%20196.pdf>
- Castro Parra, A. X. (2013). *Efecto de la aplicación de recubrimientos comestibles en la calidad poscosecha de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.)*. [Proyecto de titulación, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6103/1/CD-4809.pdf>
- Cuq, B., Gontard, N., y Guilbert, S. (1998). Proteins as Agricultural Polymers for Packaging Production. *American Association of Cereal Chemists*, 75(1), 1–9.  
<https://doi.org/10.1094/CCHEM.1998.75.1.1>
- De Ancos, B., González-Peña, D., Colina-Coca, C., y Sánchez-Moreno, C. (2015). Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16(1), 8–17.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81339864002>
- Domene Ruiz, M. Á., y Segura Rodríguez, M. (2014). *Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria* [Archivo PDF].  
<https://www.cajamar.es/storage/documents/005-calidad-interna-1410512030-cc718.pdf>
- Domínguez, L., y Parzanese, M. (2011). Luz ultravioleta en la conservación de alimentos. *Revista Alimentos Argentino*, 52, 70–76.  
<http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Alimentos%20Argentinos%20N%2052.pdf>

- Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A., y Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 22, Issue 6, pp. 292–303).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.02.004>
- Fernández Valdés, D., Bautista Baños, S., Fernández Valdés, D., Ocampo Ramírez, A., García Pereira, A., y Falcón Rodríguez, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(3), 52–57.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v24n3/rcta08315.pdf>
- Fornaris, G. J. (2001). *Conjunto Tecnológico para la Producción de Melón “Cantaloupe” y “Honeydew”* [Archivo PDF]. <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/MELON-CARACTERISTICAS-DE-LA-PLANTA.pdf>
- Frutas & Hortalizas. (15 de julio 2023). *Melón, Cucumis melo / Cucurbitaceae*.  
<https://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Presentacion-Melon.html>
- Fruteco. (2004). *Normalización del melón* [Archivo PDF].  
<http://www.fruteco.es/pdf/Normalizacion%20de%20frutas.pdf>
- García Chalán, R. M. (2019). *Efecto de recubrimientos comestibles a base de proteína de soya y almidón de yuca en la conservación de saúco (Sambucus peruviana h.b.k.)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3670/EFFECTO%20DE%20RECUBRIMIENTOS%20COMESTIBLES%20A%20BASE%20DE%20PROTE%c3%8dNA%20DE%20SOYA%20Y%20ALMID%c3%93N%20DE%20YUCA%20EN%20LA%20CONSERVAC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García Méndez, A. D. (2008). Evaluación de un tratamiento poscosecha de la tecnología iv gama en frutos de moras (*Rubus glaucus* Benth). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 9(1), 44–54. <https://www.redalyc.org/pdf/813/81311226007.pdf>

- Giraldo Gómez, G. I. (1999). *Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos*.  
Universidad Nacional de Colombia.  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55806/metodosdeestudiodevidadeanaqueldelosalimentos.pdf?sequence=1>
- Google Maps. (30 de diciembre 2022). *IASA I*. [https://www.google.com/maps/place/IASA/@-0.3821806,-78.4222781,16z/data=!4m10!1m2!2m1!1slasa+!3m6!1s0x91d5bbbd8644851b:0xc6c8b2bb6c026969!8m2!3d-0.3856423!4d-78.4164022!15sCgZJYXNhIElaCCIGaWFzYSBpkgEVdW5pdmVyc2l0eV9kZXBhcnRtZW50mgEkQ2hkRFNVaE5NRzluUzBWSIEwRm5TVVJqYkhJdFJ6ZFJSUkFC4AEA!16s%2Fg%2F11xpb5x\\_8?entry=ttu](https://www.google.com/maps/place/IASA/@-0.3821806,-78.4222781,16z/data=!4m10!1m2!2m1!1slasa+!3m6!1s0x91d5bbbd8644851b:0xc6c8b2bb6c026969!8m2!3d-0.3856423!4d-78.4164022!15sCgZJYXNhIElaCCIGaWFzYSBpkgEVdW5pdmVyc2l0eV9kZXBhcnRtZW50mgEkQ2hkRFNVaE5NRzluUzBWSIEwRm5TVVJqYkhJdFJ6ZFJSUkFC4AEA!16s%2Fg%2F11xpb5x_8?entry=ttu)
- Gorny, J. R., Cifuentes, R. A., Hess-Pierce, B., y Kader, A. A. (2000). Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by cultivar, ripeness stage, fruit size, and storage regime. *Journal of Food Science*, 65(3), 541–544. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb16044.x>
- Heraeus Noblelight. (19 de julio 2023). *Lámparas UV y emisores infrarrojos para embotelladoras y envasadoras*.  
[https://www.heraeus.com/es/hng/industries\\_and\\_applications/uv\\_ir\\_af\\_applications/uv\\_lamps\\_and\\_infrared\\_emitters\\_for\\_the\\_filling\\_machine\\_industry.html](https://www.heraeus.com/es/hng/industries_and_applications/uv_ir_af_applications/uv_lamps_and_infrared_emitters_for_the_filling_machine_industry.html)
- ITIS. (2023). *Cucumis melo*. Integrated Taxonomic Information System - Report.  
[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=22362#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=22362#null)
- Labuza, T., y Kreisman, L. (1979). *Open Shelf-Life Dating of Food* [Archivo PDF].  
<https://www.princeton.edu/~ota/disk3/1979/7911/7911.PDF>
- Laínez, D., y Krarup, C. (2008). Caracterización en pre y poscosecha de dos cultivares de melón reticulado del tipo Oriental (*Cucumis melo* Grupo Cantalupensis). *Revista Ciencia*

*e Investigación Agraria*, 35(1), 59–66. <https://doi.org/https://doi.org/10.4067/S0718-16202008000100006>

- Lamikanra, O., Chen, J. C., Banks, D., y Hunter, P. A. (2000). Biochemical and microbial changes during the storage of minimally processed cantaloupe. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(12), 5955–5961. <https://doi.org/10.1021/jf0000732>
- Lamikanra, O., Kueneman, D., Ukuku, D., y Bett-Garber, K. (2005). Effect of Processing Under Ultraviolet Light on the Shelf Life of Fresh-Cut Cantaloupe Melon. *Journal of Food Science*, 70(9), 534–539. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb08301.x>
- Lamikanra, O., y Richard, O. A. (2002). Effect of storage on some volatile aroma compounds in fresh-cut cantaloupe melon. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(14), 4043–4047. <https://doi.org/10.1021/jf011470v>
- León, E. G., Janampa, C., Cáceres, C., Giu, C., Ruiz, P., Challco, M., Casas, A., y Malnati, M. (2021). Efecto de recubrimientos comestibles en la calidad del ají jalapeño (*Capsicum annuum*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 22(2), 201–211. <https://www.redalyc.org/journal/813/81369610007/81369610007.pdf>
- Llerena, M., Castro, A., y Núñez, P. (2018). Efecto de dos recubrimientos comestibles sobre la vida útil del melón (*Cucumis melo* L.), Provincia de Guayas, Ecuador. *REDIELUZ*, 8(1), 97–102. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/redieluz/article/view/31589>
- Lobo, M. G., y González, M. (2006). *Estado actual de los productos mínimamente procesados en España* [Archivo PDF]. <https://www.icia.es/icia/download/postcosecha/procesado%20minimo%20en%20espa%C3%B1a.pdf>
- MAPA. (2013). Melón [Archivo PDF]. [https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/melon\\_tcm30-102781.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/melon_tcm30-102781.pdf)

- Martínez Macías, F. (2018). *Optimización de un envase para fruta (melón, sandía, piña) mínimamente procesada* [Archivo PDF]. <https://www.bibliotecahorticultura.com/wp-content/uploads/2018/02/MART%20DNEZ-MAC%20DAS-F%20A9lix.-Febrero-2018.-IV-gama-en-fruta-Texto-completo.pdf>
- Millán Villarroel, D., Romero González, L., Brito, M., y Ramos-Villarroel, A. Y. (2014). Luz Ultravioleta: Inactivación Microbiana En Frutas. *Saber*, 27(3), 454–469. <https://ve.scielo.org/pdf/saber/v27n3/art11.pdf>
- Mora Palma, R. M., Feregrino Pérez, A. A., y Contreras Padilla, M. (2021). Recubrimientos comestibles para extender la vida de anaquel de productos hortofrutícolas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(4), 4605–4625. [https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i4.644](https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.644)
- Mosca, J. L., Piza, I. M. T., y Lima, G. P. P. (2001). Marcadores bioquímicos de maturação em pós-colheita de três variedades de melão. *Horticultura Brasileira*, 19(1), 210–215. <https://docplayer.com.br/43126928-Marcadores-bioquimicos-de-maturacao-em-pos-colheita-de-tres-variedades-de-melao.html>
- Moscoso Rodas, N. B. (2015). *Evaluación de sanitizantes alternativos al hipoclorito de sodio en la calidad de lechuga de hoja (Lactuca sativa l. var. romana) de IV gama empacada con dos tipos de empaque proyecto* [Proyecto de titulación, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11903/1/CD-6580.pdf>
- Namesny, A. (2005). Actualidad en fruta de IV gama. *Revista Horticultura*, 41–52. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_Hort/Hort\\_2005\\_188\\_41\\_53.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_2005_188_41_53.pdf)
- OIRSA. (2020). *Guía para uso de cloro como desinfectante en establecimientos* [Archivo PDF]. <https://www.oirsa.org/contenido/2020/Guia%20para%20uso%20de%20cloro%20como%20desinfectante%20en%20establecimientos%2023.06.2020.pdf>

- Osorio Chuquitarco, N. M., & Yáñez Ponce, M. E. (2018). Obtención de un recubrimiento comestible a base de mucílago de nopal (*Opuntia* spp.) y aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) [Proyecto de investigación, Universidad Técnica de Cotopaxi]. In *Universidad Técnica de Cotopaxi*.  
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5445/6/PC-000407.pdf>
- Parzanese, M. (2012). *Tecnologías para la Industria Alimentaria* [Archivo PDF].  
[https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha\\_07\\_PeliculaComestible.pdf](https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_07_PeliculaComestible.pdf)
- Peñuela, A. E. (2004). Melón variedad Cantaloupe. *Caracterización de Los Productos Hortifrutícolas Colombianos y Establecimiento de Las Normas Técnicas de Calidad*, 136–144.  
<https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/828/15/Mel%c3%b3n%20variedad%20Cantaloupe.pdf>
- Qi, L., Wu, T., y Watada, A. E. (1999). Quality changes of fresh-cut honeydew melons during controlled atmosphere storage. *Journal of Food Quality*, 22(5), 513–521.  
<https://doi.org/10.1111/J.1745-4557.1999.TB00182.X>
- Rhim, J. W., Gennadios, A., Weller, C. L., y Hanna, M. A. (2002). Sodium dodecyl sulfate treatment improves properties of cast films from soy protein isolate. *Industrial Crops and Products*, 15(1), 199–205. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(01\)00114-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0926-6690(01)00114-5)
- Rodríguez, S. D. C., Gutiérrez, D., Sgroppo, y Sonia. (2015). Productos vegetales de IV gama. Aspectos generales. *Simiente*, 85(1–2), 1–12.  
[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/72766/CONICET\\_Digital\\_Nro.dc396a15-1131-4bdb-b44e-109b2ebbaeff\\_A-p%C3%A1ginas-6-17.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/72766/CONICET_Digital_Nro.dc396a15-1131-4bdb-b44e-109b2ebbaeff_A-p%C3%A1ginas-6-17.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
- Rodríguez-Sauceda, R., Rojo-Martínez, G. E., Martínez-Ruiz, R., Piña-Ruiz, H. H., Ramírez-Valverde, B., Vaquera-Huerta, H., y Cong-Hermida, M. de la C. (2014). Envases

- inteligentes para la conservación de alimentos. *Revista Ra Ximhai*, 10(6), 151–173.  
<https://www.redalyc.org/pdf/461/46132135012.pdf>
- Rojas Graü, M. A. (2006). *Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación* [Tesis Doctoral, Universidad de Lleida].  
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8377/Trgmj1de4.pdf?sequence=1>
- Rojas-Graü, M. A., Raybaudi-Massilia, R. M., Soliva-Fortuny, R. C., Avena-Bustillos, R. J., McHugh, T. H., y Martín-Belloso, O. (2007). Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, 45(2), 254–264.  
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.01.017>
- Rosero, A., Espinoza-Montero, P., y Fernández, L. (2020). Recubrimientos comestibles con materiales micro/nanoestructurados para la conservación de frutas y verduras: Una revisión. *InfoANALÍTICA*, 149–178. <https://doi.org/10.26807/ia.vi.180>
- Saavedra, N., y Algecira, N. A. (2010). Evaluación de películas comestibles de almidón de yuca y proteína aislada de soya en la conservación de fresas. *Nova*, 8(14), 171.  
<https://doi.org/10.22490/24629448.448>
- Tecnología Alimentaria. (19 de julio de 2023). *Extractos de romero: Su empleo como antioxidantes y conservantes*. Tecnología Alimenaria.  
[https://tecnologiaalimentaria.com/propiedades\\_extractos\\_romero.php](https://tecnologiaalimentaria.com/propiedades_extractos_romero.php)
- Torrenegra A., M., León M., G., Matiz M., G., Pájaro C., N., y Sastoque G., J. (2016). Evaluación de un biorecubrimiento comestible a base de almidón de ñame modificado. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(3), 284–289. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000300008>
- Torres, C., Fuentes, M., y Hernández, O. (2016). *Índices de madurez* [Archivo PDF].  
<https://pomaceas.utralca.cl/wp-content/uploads/2016/07/IndicesMadurezEnero2001.pdf>

- Torres, J. M., y Miquel, M. J. (2003). La geografía del comercio del melón. *Revista Horticultura Internacional*, 40, 16–25.  
[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_hortint/hortint\\_2003\\_40\\_16\\_25.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_hortint/hortint_2003_40_16_25.pdf)
- Tosne, Z., Mosquera, S., y Villada, H. (2014). Efecto de recubrimiento de almidón de yuca y cera de abejas sobre el chontaduro. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 30–39. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n2/v12n2a04.pdf>
- Valencia-Chamorro, S., y Torres-Morales, J. (2016). Recubrimientos comestibles aplicados en productos de IV y V gamma. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 17(2), 162–174. <https://www.redalyc.org/pdf/813/81349041004.pdf>
- Valero, D., Guillén, F., Valverde, J. M., Castillo, S., y Serrano, M. (2016). Recent developments of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatments on fruit quality attributes. In *Eco-Friendly Technology for Postharvest Produce Quality* (pp. 185–201). Elsevier Inc.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804313-4.00005-0>
- Vargas, P. F., Castoldi, R., Charlo, H. C. de O., y Braz, L. T. (2008). Qualidade de melão rendilhado (*Cucumis melo* L.) em função do sistema de cultivo. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(1), 137–142. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000100020>
- Vélez Mendoza, B. S., Pita Meza, M. N., Moreira Mendoza, K. E., Pin Mera, D. E., Oyervide Vargas, A. M., y Riera, M. A. (2019). Obtención de aceite esencial de romero con fines cosméticos. *Prisma Tecnológico*, 10(1), 28–32. <https://doi.org/10.33412/pri.v10.1.2170>