

## Recubrimiento comestible a base de cáscara de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) y aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) en el manejo postcosecha de la papaya (*Carica papaya*)

Edible coating based on red pitahaya peel (*Hylocereus undatus*) and orange essential oil (*Citrus sinensis*) in the post-harvest handling of papaya (*Carica papaya*)

Lady Gaibor<sup>1\*</sup> , Pablo Núñez<sup>1</sup> , Freddy Arcos<sup>1</sup> , Pablo Vargas<sup>1</sup>  & Madelen Mero<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Agraria del Ecuador. Ecuador.

Autor por correspondencia [coordinacion.cudrjbo.uae@gmail.com](mailto:coordinacion.cudrjbo.uae@gmail.com)

Recibido: 28 de abril de 2025

Aceptado: 22 de julio de 2025

### Resumen

Las pérdidas postcosecha, pueden alcanzar hasta el 50% de la producción, convirtiéndose en unos de los principales y más graves problemas de este sector; muchas empresas ecuatorianas pierden competitividad internacional, por la falta de conocimiento de cómo poder cumplir con las exigencias y normativas de los mercados demandantes de frutas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de un recubrimiento comestible a base cáscara de pitahaya roja y aceite esencial de naranja para el manejo postcosecha de la papaya. Para lo cual se ha utilizado una Distribución Completamente al Azar (DCA), en donde se ha realizado cinco repeticiones por cada uno de los tratamientos o combinaciones factoriales. Esto permitió tener un primer experimento de 30 unidades experimentales, conformadas por 16 g de la muestra con el recubrimiento. La muestra de pectina extraída de la cáscara de pitahaya obtuvo 4,31% de metoxilo, mientras el grado de esterificación que se obtuvo fue de 70.2%, lo cual indica que no hay un deterioro importante en la pectina. Las formulaciones aplicadas que tuvieron menor pérdida de peso fueron 4% de pectina (T5) y 4% de pectina más 2% de aceite de naranja (T6) mostrando una pérdida de aproximadamente 5% de su peso al tercer día hasta llegar a valores cercanos del 30% al día 15. En el análisis del tiempo de vida útil se evidenció ausencia (<10 ufc/g) de Aerobios mesófilos, mohos y levaduras a los 5, 10 y 15 días de almacenamiento en frío (4 °C), por lo cual su vida útil se estima que es de al menos 15 días.

Palabras claves: esterificación; metoxilo; papaya, recubrimiento.

### Abstract

Postharvest losses can reach up to 50% of production, becoming one of the main and most serious problems in this sector; many Ecuadorian companies lose international competitiveness, due to the lack of knowledge of how to comply with the demands and regulations of the demanding fruit markets. The objective of this research was to evaluate the effect of an edible coating based on red pitahaya peel and orange essential oil for postharvest handling of papaya. For which a Completely Random Distribution (DCA) has been used, where five repetitions have been carried out for each of the treatments or factorial combinations. This allowed to have a first experiment of 30 experimental units, made up of 15 g of the sample with the coating. The pectin sample extracted from the pitahaya peel obtained 4.31% of methoxyl, said result being less than 7%, while the degree of esterification, which was obtained, was 70.2%, which indicates that there is no significant deterioration in pectin. The applied formulations that had less weight loss were 4% pectin (T5) and 4% pectin plus 2% orange oil (T6) showing a loss of approximately 5% of their weight on the third day until reaching close to the 30% at day 15. In the analysis of the useful life time, an absence of absence (<10 cfu /g) of mesophilic aerobes, molds and yeasts was evidenced at 5, 10 and 15 days of cold storage, therefore their life useful is estimated to be at least 15 days.

*Keywords: coating; esterification; methoxy; papaya.*

## **Introducción**

En la última década, la economía ecuatoriana se ha mantenido prácticamente estancada, entre 2014 y 2022 su crecimiento promedio fue del 0,2%. Ecuador ha sido severamente impactado por la pandemia, ha pasado por transiciones políticas inesperadas y un desorbitado e inédito incremento de la inseguridad. Actualmente 1 de cada 3 ecuatorianos encuentra empleo en la agricultura y el sector es el responsable del 42% de las exportaciones del país (González, 2024)

En el año 2021, los cinco cultivos hortofrutícolas más exportados por Ecuador fueron el banano, el plátano verde, la piña, el mango y el taro, lo que evidencia la importancia de los cultivos tropicales para la economía del país (PRODUCEPAY, 2023)

Entre los frutales producidos en el territorio nacional (zapote, guanábana, guaba, aguacate, chirimoya, y guayaba), en el 2019, la Papaya abarcó el 77% de la producción nacional en este sector (Corporación Financiera Nacional – CNF, 2020)

La papaya es una baya con un exocarpio (cáscara) delgado y liso y un mesocarpio (pulpa) grueso y carnoso que rodea una cavidad abierta que contiene numerosas semillas pequeñas. El fruto puede ser globoso, ovoide, obovoide y piriforme, de 7 a 35 cm de largo y con un peso de 0,25 a 10 kg (Crane, 2023).

La fruta de papaya (*Carica papaya* L.) es muy demandada en el mercado nacional e internacional por su alto valor nutritivo con bajas calorías, por ser rica en vitaminas y minerales, y muy beneficiosa para la salud, con buenas propiedades digestivas y grandes aportaciones de otros nutrientes. Además, se utiliza para la producción de papaína, enzima de amplio uso en las industrias alimentaria y farmacéutica (Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical – IIFT, 2023)

En Ecuador se produce en Guayas, Manabí, Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas y Santa Elena existen alrededor de 3.000 has cultivadas. En el País se producen 3 tipos de papaya: La tainung, hawaiana y la conocida como Maradol o Nacional (CRYSTALCHEMICAL, 2025)

Uno de los problemas clave que afectan a la industria de la fruta son las pérdidas causadas por hongos patógenos que se desarrollan después de la cosecha. Estas infecciones se controlan principalmente con fungicidas naturales o sintéticos, pero estos últimos tienen una opinión negativa entre los consumidores, por lo que el desarrollo de recubrimientos comestibles se coloca como principal alternativa para controlar el desarrollo de estos hongos (Blazquez, 2020).

Esta fruta climatérica puede deteriorarse a un ritmo mayor debido a infecciones graves causadas por diversos patógenos que crecen en la fruta de forma epífita y endofítica durante la manipulación postcosecha. Estas pudriciones postcosecha son irreversibles y causan cambios significativos en la calidad general de la fruta (Heng, Ali, & Siddiqui, 2022)

La papaya, reconocida por su valor nutricional y propiedades beneficiosas para la salud, ha ganado un lugar destacado en la industria alimentaria, particularmente en la fabricación y procesamiento de alimentos y bebidas. Sin embargo, la naturaleza perecedera de esta fruta tropical ha planteado desafíos significativos para su manejo y comercialización.

En respuesta, la industria ha adoptado innovaciones tecnológicas que no solo optimizan el procesamiento de la papaya, sino que también extienden su vida útil sin comprometer su calidad, además las más recientes innovaciones en el procesamiento y conservación de la papaya, tienen un enfoque especializado en la aplicación de estas tecnologías dentro del contexto de la industria alimentaria (THEFOODTECH, 2024).

La principal función de los recubrimientos/películas comestibles es proteger al alimento de factores físicos, químicos y microbiológicos, lo cual permite mantener y/o extender la vida útil del mismo. Además, la elaboración de estos materiales generalmente conlleva el uso de: i) biopolímeros provenientes de fuentes

renovables y naturales como polisacáridos, proteínas y lípidos, ii) plastificantes como el glicerol, iii) disolventes como agua, etanol y acetona y iv) compuestos bioactivos como antioxidantes y antimicrobianos, siempre buscando mantener la biocompatibilidad, biodegradabilidad y comestibilidad (López, 2023).

## Métodos

El trabajo experimental busca evaluar el efecto de un recubrimiento comestible a base cáscara de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) y aceite esencial de naranja para el manejo postcosecha de la papaya (*Carica papaya*). Caracterizando la pectina aislada y el aceite esencial de naranja mediante parámetro físico-químicos (porcentaje de metoxilo y grado de esterificación); posterior se determina las características fisicoquímicas (pérdida de peso, acidez, pH, grados Brix) de la papaya en refrigeración a 3, 6, 9, 12 y 15 días de almacenamiento; para finalmente analizar el tiempo de vida útil del tratamiento mejor evaluado, basado en criterios microbiológicos (aerobios mesófilos, mohos y levaduras)

## Recursos para el ensayo experimental

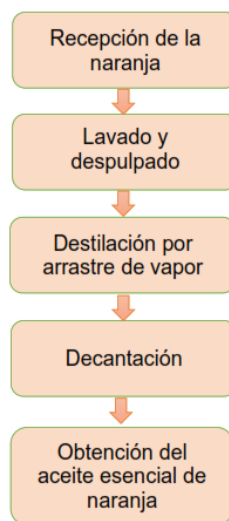
A continuación, se muestra se detalla el material y equipos de procesos: (Tabla 1).

**Tabla 1.** *Material y equipos.*

Materia prima e insumos	Materiales de proceso	Equipos de proceso
Papaya ( <i>Carica papaya</i> )	Vasos de precipitación marca Boeco 250 mL - 500 mL	Balanza digital marca sartorius (0.1 g)
Cáscara de pitahaya roja	Jarra de plástico 1L	Termómetro digital marca snediy (-40 a 280 °C)
Aceite esencial de naranja	Bandejas de aluminio	pH-metro Marca: Embryant rango 0 - 14
Agua purificada	Cedazo plástico	Refractómetro Marca: Milwaukee 0 - 85% Brix
	Mortero y pilón	Agitador térmico marca Thermo 0_350 °C

## Metodología

A continuación, se muestra el proceso para la obtención de los materiales: (Figura 1).



**Figura 1.** *Diagrama de flujo para obtención de aceite esencial de naranja*

## Descripción del proceso de obtención del aceite esencial.

A continuación, se detalla el proceso de obtención del aceite esencial:

- a) **Recepción de la naranja:** Se recibió la fruta y verificó que esté sin daños y con ausencia de moho o plaga.
- b) **Lavado y despulpado:** Se procedió a lavar en una solución de hipoclorito de sodio al 2 % y se extrajo toda la pulpa. Las cáscaras son separadas para continuar con el proceso.
- c) **Destilación por arrastre de vapor:** Se colocaron los pedazos de cáscara de aproximadamente 4 cm<sup>2</sup>, se lleva a ebullición y se condensan directamente los vapores.
- d) **Decantación:** La mezcla obtenida se sometió a decantación para separar el aceite obtenido del agua. Finalmente, se lo guardó en un envase color ámbar.
- e) **Preparación del recubrimiento con el polímero obtenido de la pitahaya:** En la Figura 2 se presenta el proceso de recubrimiento con el polímero obtenido de la pitahaya.
- f) **Lavado y despulpado:** Para obtener solamente las cáscaras, las muestras obtenidas se lavaron con agua destilada y se separa la pulpa de cada uno de los frutos.
- g) **Tratamiento de las cáscaras:** Las cáscaras obtenidas se cortaron en trozos pequeños y se pesa 250 g en un recipiente de vidrio y se dejó en una estufa a 50 °C durante 28 h. El material seco se molió utilizando un molino manual y el producto obtenido se tamizó en una de malla 1,125 µm. El material así tamizado y homogenizado se guardó en un frasco de vidrio y se almacenó para su posterior tratamiento.



Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del recubrimiento

- h) **Hidrólisis ácida:** En un balón de 100 ml se adicionaron 50 ml de solución de ácido clorhídrico 0,003 N (pH 2,6) y 2 g de las muestras tamizadas de cada una de las especies utilizadas por separado. Se colocó bajo reflujo durante 45 min utilizando una placa calefactora con agitación magnética a 600 rpm constante. Se enfrió a temperatura ambiente y se centrifugó por 20 minutos y la muestra centrifugada se separa a 700 rpm. Al sobrenadante se le adicionó 30 ml de etanol al 96%, obteniendo un precipitado gelatinoso. El gel una vez separado se colocó en una caja Petri, la cual se dejó en una estufa a 50 °C por 10 horas, hasta obtener un peso constante. El residuo una vez seco se trituró en un mortero y corresponde a la pectina extraída.

- i) **Descripción de operaciones del proceso:** En la Figura 3 se presenta el diagrama de flujo para la aplicación del recubrimiento comestible a base de cáscaras de pitahaya roja y naranja.
- j) **Recepción de materia prima:** El estudio se realizó aplicando el recubrimiento en papayas (Carica papaya), las cuales fueron adquiridos en el mercado local de la ciudad de Milagro.
- k) **Selección y clasificación:** Se seleccionaron las que no presentaron daños físicos como golpes, magulladuras, pliegues o arrugas, cicatrices y rajaduras. La clasificación se realizó de acuerdo con el tamaño y el índice de madurez con el fin de dar condiciones similares en el procesamiento.
- l) **Lavado:** El lavado se realizó con agua potable por inmersión en un depósito y frotamiento manual, de manera que se puedan eliminar sustancias y partículas extrañas.

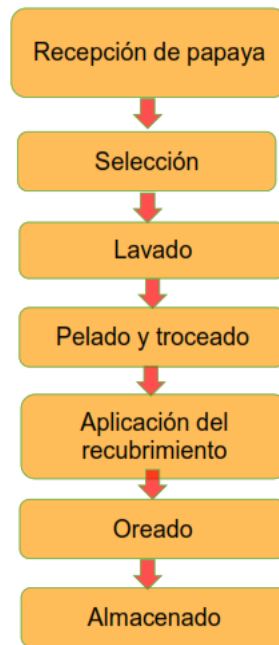


Figura 3. Diagrama de flujo para la aplicación del recubrimiento comestible a base de cáscaras de pitahaya roja y naranja

- m) **Desinfectado:** Luego los frutos fueron sumergidos en una solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm de cloro, por un tiempo de 5 minutos, a fin de reducir la posible carga microbiana.
- n) **Pelado y troceado:** Posteriormente se pelaron las papayas y se las troceó en pedazos de aproximadamente 5 cm por 5 cm.
- o) **Recubrimiento de frutos:** Se realizó por inmersión de los frutos en el recubrimiento a base de pectina de pitahaya y aceite esencial de naranja, tomando en consideración los tratamientos establecidos.
- p) **Oreado:** Se deja escurrir el exceso de recubrimiento en mallas plásticas por 5 minutos.
- q) **Almacenamiento:** Las papayas recubiertas con la película comestible a base del polímero de pitahaya y aceite esencial de naranja se almacenaron en refrigeración a  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

#### VARIABLES EVALUADAS.

##### Determinación del Contenido de Metoxilo.

Para la determinación del contenido de metoxilo, a la solución empleada para la determinación del peso equivalente se hizo:

- Agregar 25ml de hidróxido de sodio a 0.1N, agitar perfectamente.
- Tapar el Erlenmeyer y dejar en reposo por 30 minutos a la temperatura ambiente.
- Agregar luego 25ml de la disolución de ácido clorhídrico 0.25N o la cantidad equivalente de ácido para neutralizar la soda adicionada.
- Agitar perfectamente y titular con solución de hidróxido de sodio 0.1N, tomando como punto final de la titulación pH 7.5 o color rojizo permanente por 20 segundos.

Se usó la siguiente fórmula:

$$\% \text{metoxilo} = \frac{\text{meq. de NaOH} * \text{PM del metoxilo} * 100}{\text{Peso de la muestra en mg}}$$

### **Determinación del Grado de Esterificación**

El porcentaje de esterificación se calculó dividiendo los miliequivalentes del hidróxido de sodio gastados en la determinación del contenido de metoxilo por la suma de los miliequivalentes de hidróxido de sodio gastados en la determinación de la acidez libre y los gastados en la determinación del contenido de metoxilo y multiplicando este valor por 100.

$$\% \text{ esterificación} = \frac{\text{meq.de NaOH (cont. de metoxilo)} * 100}{\text{meq.de NaOH (acidez libre) + meq.de NaOH(cont.metoxilo)}}$$

### **Peso**

Se determinó por lectura en una balanza digital, con una precisión de 0.001g. Se realizó la pesada inicial de los frutos y el pesado final de los frutos luego de las aplicaciones de los tratamientos con el recubrimiento, desde el día cero hasta el día 15.

### **pH**

Este parámetro se determinó con el potenciómetro. La medida se realiza tomando una muestra de papaya, la cual es triturada y exprimida para obtener el zumo del fruto del cual se analizó de forma directa, introduciendo el potenciómetro en el zumo de papaya.

### **Acidez titulable**

Esta medida se realizó según lo descrito en la norma AOAC 942.15. Se toma una muestra de papaya, se tritura y exprime, luego se toma una muestra de 4ml del zumo y se diluyó en 36 ml de agua destilada, luego se procedió a adicionar 3 gotas de fenolftaleína e NaOH al 0.1N; se realizó la titulación hasta llegar a un pH de  $8.0 \pm 0.2$ . Al finalizar se tomó el gasto de NaOH.

### **Sólidos solubles**

Se determina a partir del extracto de la papaya por tratamiento, midiendo los grados °Brix, en un Refractómetro digital.

### **Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos**

La norma INEN 1529-5:2006 establece el método para cuantificar la carga de microorganismos aerobios mesófilos en una muestra de alimento destinado al consumo humano o animal. Este método se basó en la certeza de que un microorganismo vital presente en una muestra de alimento, al ser inoculado en un medio nutritivo sólido se reproducirá formando una colonia individual visible. Para que el conteo de las colonias sea posible se hacen diluciones decimales de la suspensión inicial de la muestra y se inocula el medio nutritivo de cultivo. Se incubó el inóculo a 30 °C por 72 horas y luego se cuenta el número de colonias formadas. El conteo sirve para calcular la cantidad de microorganismos por gramo o por centímetro cúbico de alimento.

### **Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables**

La norma NTE INEN 1529-10 describe el método para cuantificar el número de unidades propagadoras de mohos y levaduras en un gramo ó centímetro cúbico de muestra. Este método se basó en el cultivo entre 22 °C y 25 °C de las unidades propagadoras de mohos y levaduras, utilizando la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad y un medio que contenga extracto de levadura, glucosa y sales minerales.

## Resultados

### 1. Caracterización de los parámetros físico-químico (porcentaje de metoxilo y grado de esterificación) en la caracterización de pectina aislada y el aceite esencial de naranja.

La pectina obtenida a partir de la cáscara de pitahaya fue caracterizada mediante el porcentaje de metoxilo y grado de esterificación. (Tabla 2).

Se pudo evidenciar que la muestra obtuvo 4,31% de metoxilo y el grado de esterificación, que se obtuvo fue de 70,2%, lo que indica que se encontró dentro de los parámetros establecidos siendo su valor de bajo grado de esterificación.

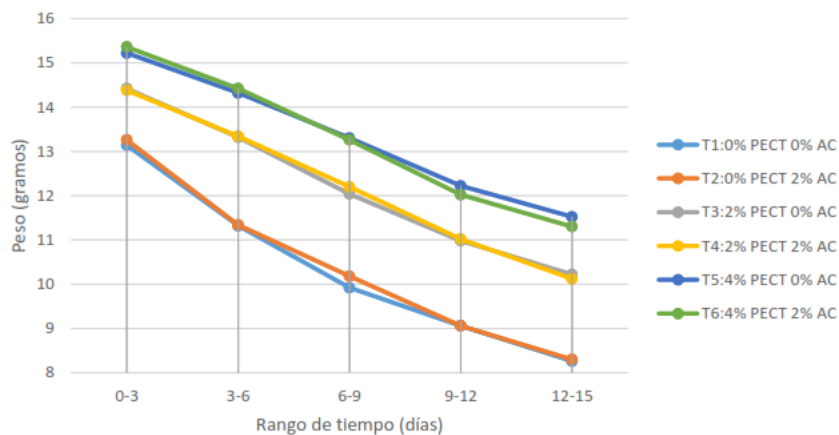
**Tabla 2.** Resultados de porcentaje de metoxilo y grado de esterificación.

Muestra	Porcentaje de metoxilo (% MET)	Grado de esterificación (% EST)	Método
Pectina de la cáscara de pitahaya	4,31	70,2	Carbonell, Costell y Durán, 1990: 1 – 9

### 2. Determinación de los parámetros fisicoquímicos (pérdida de peso, acidez, pH, grados brix) de la papaya en refrigeración de 0 a 15 días de almacenamiento.

Se aplicó la pectina en distintas concentraciones en combinación con aceite esencial de naranja como recubrimiento en papaya conservada en refrigeración, para la evaluación de sus parámetros fisicoquímicos.

En la Figura 4, se puede apreciar la pérdida de peso de la papaya con las distintas formulaciones aplicadas, siendo los tratamientos con 4% de pectina (T5) y 4% de pectina más 2% de aceite de naranja (T6) los que presentaron mayor protección ante la pérdida de peso en la papaya conservada en refrigeración.



*Figura 4. Pérdida de peso en las muestras de papaya*

En la Figura 5, se muestra el análisis de pH en rangos de días se pudo apreciar que a mayor cantidad de pectina disminuye ligeramente el pH de la fruta.

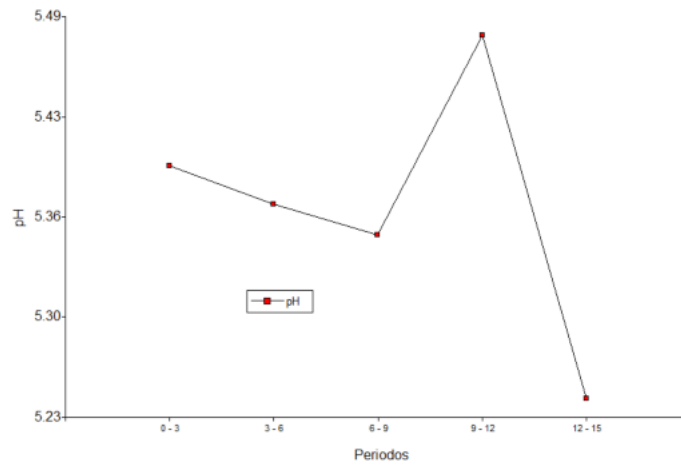


Figura 5. Variación de pH durante la refrigeración

En la Figura 6, se detalla el análisis de acidez en donde se pudo apreciar que se mantiene con valores cercanos a 1% representada como ácido ascórbico.

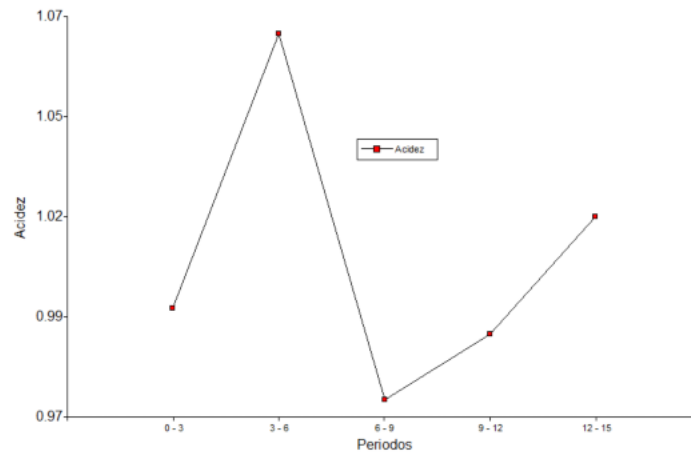


Figura 6. Variación de acidez durante la conservación de la papaya



En la Figura 7, se muestra el análisis de sólidos totales solubles quienes no muestran mucha variabilidad, sus resultados fluctúan entre 16,21 hasta 17,53 °Brix.

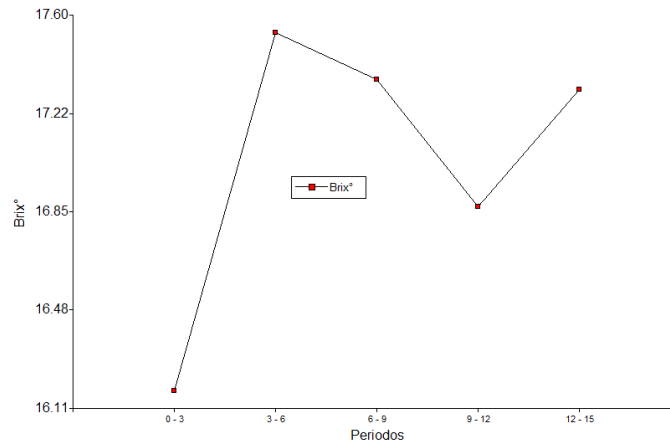


Figura 7. Variación de sólidos totales disueltos de la papaya en Refrigeración

Del análisis estadístico efectuado a los tratamientos se evidenció que el factor A (porcentaje de pectina) ejerce un efecto significativo entre las muestras, demostrando que los tratamientos con 4% de pectina obtuvieron resultados satisfactorios ante la pérdida de peso. Caso contrario sucede con el factor B (porcentaje de aceite esencial de naranja) quien no mostró efecto significativo sobre los resultados de las variables evaluadas, es decir es indistinto la adición de aceite en la película.

En la Tabla 3, se muestra los resultados de los parámetros fisicoquímicos evaluados (pH, acidez y grados brix). En el análisis de pH, acidez y grados Brix se apreció que a mayor cantidad de pectina disminuye ligeramente el pH de la fruta, la acidez se mantiene con valores cercanos a 1% expresada como ácido ascórbico. Los sólidos totales solubles no muestran mucha variabilidad, sus resultados fluctúan entre 16,21 hasta 17,53 °Brix.

Tabla 3. Resultados de Análisis físico-químicos.

Nº	Factor A	Factor B	pH	Acidez	°Brix
T1	a1: 0 % pectina	b1: 0 % aceite	6.02 <sup>a</sup>	1.08 <sup>a</sup>	16.98b
T2	a1: 0 % pectina	b2: 2 % aceite	6.02 <sup>a</sup>	1.03ab	17.53 <sup>a</sup>
T3	a2: 2 % pectina	b1: 0 % aceite	5.25b	0.97b	16.98b
T4	a2: 2 % pectina	b2: 2 % aceite	4.98c	1.00b	16.21c
T5	a3: 4 % pectina	b1: 0 % aceite	4.97c	1.01ab	16.91b
T6	a3: 4 % pectina	b2: 2 % aceite	4.98c	0.97b	17.69 <sup>a</sup>
C.V		34,05%	5.61%	14.39%	3.71%

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### 3. Análisis del tiempo de vida útil del tratamiento de mayor aceptación sensorial, basado en criterios microbiológicos (aerobios mesófilos, mohos y levaduras)

En base a los resultados microbiológicos encontrados en la muestra mejor evaluada (Tabla 4) se pudo evidenciar ausencia (<10 ufc/g) de Aerobios mesófilos, mohos y levaduras a los 5, 10 y 15 días de almacenamiento en frío (4 °C), por lo cual su vida útil se estima que es de al menos 15 días.

Tabla 4. Análisis microbiológicos.

Parámetros	5 días	10 días	15 días	Unidad
Aerobios mesófilos	<10	<10	<10	UFC/g
Moho y levaduras	<10	<10	<10	UFC/g

## Discusión y conclusiones

Se evidenció que la muestra de pectina extraída de la cáscara de pitahaya obtuvo 4,31% de metoxilo y el grado de esterificación, que se obtuvo fue de 70,2%. El porcentaje de metoxilo en la presente investigación es menor debido a la variación de la fruta con el encontrado por D'Adossio et al. (2005) quienes caracterizaron la pectina obtenida de la cáscara de maracuyá con diferente estado de madurez hallando porcentajes de metoxilo de 10,54% (maracuyá color verde-blanco), 10,32% (maracuyá color verde-amarillo) y 10,09% (maracuyá color amarillo), estos valores permiten señalar que el porcentaje de metoxilo disminuye tanto con la maduración de la fruta como por el efecto de quien extrae, debido a la ruptura de los ésteres metílicos. Por otra parte, Ferreira, Peralta y Rodríguez (1995) obtuvieron y caracterizaron la pectina a partir de desechos industriales del mango, reportando valores muy cercanos a los que se presentan en esta investigación con los desechos de la pitahaya, los porcentajes varían entre 3,38% hasta 6,31% de metoxilo, dichos resultados presentan valores menores al 7% en su totalidad y en consecuencia pueden considerarse como de bajo metoxilo, incluyendo la pectina patrón, se observa una clara relación entre las condiciones de extracción y el contenido de metoxilo.

En cuanto al grado de esterificación, fue de 70,2%, el cual coincide con los valores reportados por D'Adossio et al. (2005) en la cáscara de maracuyá, estos porcentajes fueron de 72,05% en la maracuyá verde- blanco, 70,58% en el verde-amarillo y 69,75% en el maracuyá amarillo, lo cual indica que no hay un deterioro importante en la pectina, debido que es leve la pérdida de los metoxilos que tenía esterificados anteriormente. Por otra parte, Baltazar et al. (2013) caracterizó la pectina extraída del limón, donde los valores del grado de esterificación obtenidos variaron de 80% a 53,8%; sin embargo, en todos los casos los valores obtenidos superaron el 50%, por lo que las muestras de pectina cruda obtenidas fueron de alto grado de esterificación.

Del análisis estadístico efectuado a los tratamientos se puede evidenciar que el factor A (porcentaje de pectina) ejerce un efecto significativo entre las muestras, caso contrario sucede con el factor B (porcentaje de aceite esencial de naranja) quien no muestra efecto significativo sobre los resultados de las variables evaluadas. Las formulaciones aplicadas que tuvieron menor pérdida de peso fueron 4% de pectina (T5) y 4% de pectina más 2% de aceite de naranja (T6) mostrando una pérdida de aproximadamente 5% de su peso al tercer día hasta llegar a cerca del 30% al día 15. Similares valores presentaron Jimenes (2017) en un recubrimiento comestible a base de Aloe vera el cual se aplicó en papaya, se determinó que el tratamiento T5 (70% de Aloe vera y 4°C temperatura de almacenamiento) es el que presentó menor porcentaje de peso perdido (4,83%), por lo que se comprueba que tanto el porcentaje de Aloe vera y la temperatura de almacenamiento influyen en el porcentaje de peso perdido debido a que el recubrimiento disminuye la pérdida de agua.

Realizado el análisis de varianza del porcentaje de peso perdido se determinó diferencia altamente significativa para tratamientos, para el factor A (Porcentaje de Aloe vera), factor B (Temperatura de almacenamiento) y para la interacción A x B. Además, presentó un coeficiente de variación de 3,58% considerado aceptable para el tipo de investigación realizada. En la presente investigación se apreció la influencia significativa del factor A (porcentaje de pectina), el factor B (porcentaje de aceite esencial de naranja no tuvo efecto significativo sobre la pérdida de peso.

En el análisis del tiempo de vida útil se evidenció ausencia (<10 ufc/g) de Aerobios mesófilos, mohos y levaduras a los 5, 10 y 15 días de almacenamiento en frío, por lo cual su vida útil se estima que es de al menos 15 días. Estos resultados son mejores a los encontrados por Jimenes (2017), en el cual se usó como recubrimiento el Aloe vera en la papaya, donde se evidenció el crecimiento microbiano de mohos en Papaya, al transcurso de los días se verifica que su crecimiento es directamente proporcional, es decir que mientras pasen los días el crecimiento de mohos aumentará. Al día 10 el producto cumple con los requisitos necesarios de contenido de mohos que es  $10^3$  UFC/g. Por otro lado, el crecimiento microbiano de levaduras en Papaya, al transcurso de los días se verifica que su crecimiento es directamente proporcional, es decir que mientras pasen los días el crecimiento de levaduras aumentará. Al día 10 los tratamientos T3 y T6 cumplen con los requisitos necesarios de contenido de levaduras que es 102 UFC/g, mientras que el tratamiento T1 excedió el límite necesario de contenido de levaduras en productos de consumo humano. Estos resultados también concuerdan con los reportados por Martínez-Romero et al. (2015), quienes aplicaron Aloe vera como recubrimiento en cereza y uva. Los períodos de conservación fueron de 16 y 21 días, respectivamente, tanto en cerezas como en uvas tratadas con Aloe vera se logró reducir 17 veces la contaminación microbiana generada por mohos y levaduras, además se redujo la tasa de respiración, se

retrasaron las pérdidas de peso y el incremento en el índice de maduración.

La muestra de pectina extraída de la cáscara de pitahaya obtuvo 4,31% de metoxilo, dicho resultado por ser menor a 7% puede considerarse como de bajo metoxilo. El grado de esterificación, que se obtuvo fue de 70.2%, lo cual indica que no hay un deterioro importante en la pectina, debido que es leve la pérdida de los metoxilos que tenía esterificados anteriormente. Del análisis estadístico efectuado a los tratamientos se puede evidenciar que el factor A (porcentaje de pectina) ejerce un efecto significativo entre las muestras, caso contrario sucede con el factor B (porcentaje de aceite esencial de naranja) quien no muestra efecto significativo sobre los resultados de las variables evaluadas. Las formulaciones aplicadas que tuvieron menor pérdida de peso fueron 4% de pectina (T5) y 4% de pectina más 2% de aceite de naranja (T6) mostrando una pérdida de aproximadamente 5% de su peso al tercer día hasta llegar a cerca del 30% al día 15.

En el análisis de pH, acidez y grados Brix se pudo estimar que a mayor cantidad de pectina disminuye ligeramente el pH de la fruta, la acidez se mantiene con valores cercanos a 1% expresada como ácido ascórbico. Los sólidos totales solubles no muestran alta variabilidad, sus resultados fluctúan entre 16,21 hasta 17,53 °Brix.

En el análisis del tiempo de vida útil se evidenció ausencia (<10 ufc/g) de aerobios mesófilos, mohos y levaduras a los 5, 10 y 15 días de almacenamiento en frío, por lo cual su vida útil se estima que es de al menos 15 días.

### Agradecimientos

Especial agradecimiento a la revista

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

### Referencias

- Baltazar, R., Carbajal, D., Baca, N., Salvador, D. (2013). Optimización de las condiciones de extracción de pectina a partir de cáscara de limón francés (*Citrus medica*) utilizando la metodología de superficie de respuesta. *Revista Agroindustrial Science*, 3(2). 77-89. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/500/475>
- Blazquez, J. (2020). El IATA elabora un recubrimiento comestible natural que puede extender la calidad y la vida útil de frutas frescas. Madrid: Fundación ANTAMA.
- Crane, J. 2023. Papaya Growing in the Florida Home Landscape. Critical Issue: 1. Agricultural and Horticultural Enterprises. IFAS Extension. University of Florida. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/MG054>
- Corporación Financiera Nacional – CNF, 2020. Ficha sectorial. Otros cultivos de frutas tropicales y subtropicales. Especies producidas. INEC-ESPAC 2019. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2020/ficha-sectorial-4-trimestre-2020/FS-Otros-Cultivos-de-Frutas-Tropicales-y-Subtropicales-4T2020.pdf>
- CRYSTALCHEMICAL. 2025. Papaya (Carica papaya). Datos generales. <https://crystalchemical.com.ec/papaya/>
- D'Adossio, R; Páez, G; Marín, M; Mármol, Z. Ferrer, J. 2005. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Pasiflora edulis f. flavicarpa Degener*). *Revista Facultad Agronómica (LUZ)* 22:240-249. [https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/julio\\_septiembre2005/r\\_d\\_addosio.pdf](https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/julio_septiembre2005/r_d_addosio.pdf)
- Ferreira Ardila, S., Peralta, A. P. y Rodríguez, G. P. (1995). OBTENCION Y CARACTERIZACION DE PECTINA A PARTIR DE DESECHOS INDUSTRIALES DEL MANGO (CASCARA). *Revista*

Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas, 24(1), 29–34.  
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rccquifa/article/view/56478>

González, C. 2024. La agricultura, la minería y el turismo, los impulsores del crecimiento sostenible de Ecuador. Banco Mundial. <https://blogs.worldbank.org/es/latinamerica/la-agricultura-mineria-turismo-impulsores-crecimiento-sostenible-Ecuador-CEM-informe-crecimiento-resiliente-para-un-mejor-futuro>

Heng, H., Ali, A., & Siddiqui, Y. 2022. Current strategies, perspectives and challenges in management and control of postharvest diseases of papaya. *Scientia Horticulturae*. Volume 301. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111139>.

Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical – IIFT. 2023. Instructivo técnico para el cultivo del papayo. Introducción. ISBN: 978–959–296–072–5. Pág 1. La Habana.

Jimenes, A. 2017. Recubrimiento comestible a base de aloe vera (aloe barbadensis miller) para papaya (carica papaya) y guayaba (psidium guajava) como alimentos de IV gama. Tesis de pregrado. Disponible en: <https://scispace.com/pdf/recubrimiento-comestible-a-base-de-aloe-vera-aloe-4j3di8z34a.pdf>

López, J. (2023). Recubrimientos y películas comestibles: ¿reemplazo al plástico tradicional? Laboratorio de Biotecnología. INTA. Santiago. <https://inta.uchile.cl/noticias/205882/recubrimientos-y-peliculas-comestibles-reemplazo-al-plastico>

Martínez – Romero, D., Guillén, F., Valverde, J., Serrano, M., Zapata, P., Bailén, G., Castillo, S., Valero, D. Aloe vera gel como recubrimiento comestible en frutas y hortalizas. *Revista Tecnología de poscosecha*. [https://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rh195/42\\_45.pdf](https://www.horticom.com/revistasonline/horticultura/rh195/42_45.pdf)

PRODUCEPAY. 2023. Panorama general de la producción y exportación agrícola en Ecuador. <https://producepay.com/es/el-blog/panorama-general-de-la-produccion-y-exportacion-agricola-en-ecuador/#:~:text=Principales%20productos%20hortofrut%C3%ADcolas%20exportados%20por,para%20a%20econom%C3%ADa%20del%20pa%C3%ADs.>

THEFOODTECH. (17 de agosto de 2024). The Food Tech. Obtenido de Ingredientes y aditivos alimentarios. Innovaciones en el procesamiento y conservación de la Papaya.: <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/innovaciones-en-el-procesamiento-y-conservacion-de-la-papaya/>