

# Cambios en las propiedades fisicoquímicas durante el almacenamiento de carica papaya utilizando tres recubrimientos comestibles.



*Changes in the physico-chemical properties during storage of carica papaya using three edible coatings.*

Sandra Gabriela Barrazueta Rojas.<sup>1</sup>, Cristina Elizabeth Chacha Curillo.<sup>2</sup> Guillermo Xavier Mendoza Zurita.<sup>3</sup> & Jesús Alberto Rodríguez Flores.<sup>4</sup>

Recibido: 05-07-2017 / Revisado: 17-09-2018 Aceptado: 15-10-2018/ Publicado: 28-11-2018

## Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v2i4.2.201>

The papaya is one of the most economically important fruits in the Ecuadorian Amazon and coast. Diseases are the main causes of post-harvest losses, causing damage to color, firmness and fruit quality. The main objective of this work was to evaluate the effect of three edible coatings based on gelatin, aloe vera and cassava starch against a control in the physicochemical properties of papaya. There were no differences ( $P < 0.05$ ) in the variables: weight loss, texture and soluble solids content between treatments; however, there are numerical differences, the gelatin treatment showed less weight loss (12.00%), greater firmness (92.85 N) and a soluble solids content of (8.48 °Bx); Regarding the variable acidity and pH, the treatment with aloe gel presented lower pH (5.81) and higher acidity (0.17%). The lowest maturity index was achieved with the gelatin (59.00) and aloe vera gel (54.62) coatings. The results obtained show the efficacy of edible coatings in prolonging the useful life of papaya while maintaining its physicochemical properties.

**Keywords:** Coating, Gelatin, Cassava Starch, Aloe Gel, Papaya.

<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador, gabybarrazueta@yahoo.es

<sup>2</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador, cristinalizza@gmail.com

<sup>3</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador, guillomendoza01@yahoo.com

<sup>4</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador, jesus.rodriguez.flores.2009@gmail.com

**Resumen.**

La papaya es una de las frutas económicamente más importantes en la Amazonía y costa ecuatoriana. Las enfermedades son las principales causas de pérdidas postcosecha, generando daños en el color, la firmeza y calidad del fruto. El presente trabajo ha tenido como objetivo principal la evaluación del efecto de tres recubrimientos comestibles a base de gelatina, aloe vera y almidón de yuca frente a un testigo en las propiedades fisicoquímicas de la papaya. No hubo diferencias ( $P < 0,05$ ) en las variables: pérdida de peso, textura y contenido de sólidos solubles entre los tratamientos; sin embargo, existen diferencias numéricas, el tratamiento de gelatina mostró menor pérdida de peso (12,00 %), mayor firmeza (92,85 N) y un contenido de sólidos solubles de (8,48 °Bx); en cuanto a la variable acidez y pH el tratamiento con gel de sábila presentó menor pH (5,81) y mayor acidez (0,17 %). El menor índice de madurez se logró con los recubrimientos de gelatina (59,00) y gel de sábila (54,62). Los resultados obtenidos demuestran la eficacia que presentan los recubrimientos comestibles en la prolongación de vida útil de la papaya manteniendo sus propiedades fisicoquímicas.

**Palabras Claves:** Recubrimiento, Gelatina, Almidón de Yuca, Gel de Sábila, Papaya.

**Introducción.**

Las pérdidas postcosecha de frutas a nivel mundial varían mucho, de un 10 a un 80 %, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, mismas que se producen a lo largo de la cadena productiva, desde el momento de la recolección hasta su consumo (FAO, 2005; Park *et al.*, 2014).

En los últimos años, varios tratamientos tales como: atmósferas modificadas o controladas, agua caliente, embalaje e irradiación gamma, se han empleado para superar los problemas de postcosecha de frutas (Martins y Resende, 2013; Özkaya *et al.*, 2016). Otra técnica que está ganando popularidad es la aplicación de recubrimientos comestibles (Hamzah *et al.*, 2013); pudiendo considerarse como una alternativa rentable para la postcosecha, beneficiando al sector frutícola; según (Narsaiah *et al.*, 2015), actúan como barreras frente a la contaminación microbiana e inhiben efectos desfavorables en la fruta entera o mínimamente procesada (Pontigo *et al.*, 2015).

Los recubrimientos son capas delgadas que, aplicados en la superficie de un producto alimenticio, extienden su vida útil puesto que controlan el intercambio de los gases (oxígeno, dióxido de carbono y etileno) involucrados en la respiración (Hamzah *et al.*, 2013); así como también reducen la migración de soluto, la respiración y las velocidades de reacción de oxidación; también, mediante la reducción o incluso la supresión de desórdenes fisiológicos (Cortez *et al.*, 2014; Pavón y Valencia, 2016).

Brasil *et al.* (2012) indican que ayudan a prevenir el daño físico, mejorar el aspecto y reducir la flora microbiana, entre otros; lográndose un mayor tiempo de conservación, sin efectos nocivos para la salud humana (Han, 2014). Generalmente, estos recubrimientos llevan un ingrediente funcional (sabores, antioxidantes, antimicrobianos). Los aceites esenciales se usan como antimicrobianos naturales, dado que tienen menos toxicidad y mejor biodegradabilidad.

### **Importancia del problema.**

La papaya al ser una fruta tropical climatérica tiene una vida postcosecha corta; lo que implica un alto porcentaje de pérdida de peso, rápido ablandamiento de la pulpa y crecimiento microbiano una vez cosechado el fruto. Bajo condiciones ambientales normales completa su madurez en aproximadamente una semana; su conservación se hace bastante difícil, por tanto, es de suma importancia tener un conocimiento acertado del manejo postcosecha de esta fruta (Albertini *et al.*, 2015; Dambros *et al.*, 2017).

Es importante señalar que los recubrimientos considerados para el desarrollo de esta línea de investigación son orgánicos, tienen valor alimenticio, inocuos y no contribuyen a la contaminación del medio ambiente, debido a su naturaleza biodegradable en comparación con los polímeros sintéticos (Narsaiah *et al.*, 2015).

La presente investigación tiene como objetivo contribuir a la mejora del manejo postcosecha de la papaya, mediante el empleo de recubrimientos comestibles, a fin de reducir las pérdidas en la producción.

### **Metodología.**

#### **Material Vegetal.**

Las frutas utilizadas en el presente estudio son las papayas (*Carica Papaya L.*), de la variedad Maradol, procedentes de los cultivos de las comunidades de la parroquia de Sevilla Don Bosco (Morona Santiago - Ecuador). La selección se realizó de acuerdo con (Barquero, 2007), teniendo en cuenta el grado de maduración, tamaño, uniformidad y salud de las frutas, sin contener ningún tipo de suciedad o materia extraña.

#### **Productos químicos y reactivos.**

Aceite esencial de naranja con una pureza de 95% en relación (w/w), suministrado por Isabru botanik Ambato – Ecuador, Agua destilada de 99% (w/w) de pureza, de la casa comercial Gabisa, San Antonio – Ecuador, Almidón de yuca (99,9% w/w), gelatina Gel'hada (99,9% w/w), carboximetil celulosa (99,5% w/w) y glicerina con el (99% w/w), suministrados por Cimpa ® s.a.s Bogotá – Colombia.

#### **Elaboración de los recubrimientos comestibles.**

Durante el desarrollo de la investigación fueron preparados tres tipos de recubrimientos comestibles, cuyas formulaciones son similares; variando únicamente el componente principal y el agua destilada, en base a las formulaciones del Cuadro 1.

Una vez obtenidas las frutas, fueron clasificadas, procediéndose a un lavado con agua potable; la desinfección se llevó a cabo utilizando agua ozonificada durante 15 min; luego, se colocaron en una mesa de acero inoxidable para eliminar el exceso de agua; con la ayuda de toallas absorbentes se retiró el agua restante.

El proceso de elaboración de los recubrimientos contó de dos etapas: primero se calentó el agua entre 65 y 70 °C, y con agitación constante se adicionó el componente principal, compuesto de: gelatina, gel de sábila, almidón de yuca hidratado, seguido de la glicerina y la carboximetil-celulosa y se agitó hasta su gelatinización; luego, y como segunda etapa, se descendió la temperatura a 25 °C aproximadamente y se agregó el aceite esencial de naranja.

Los frutos obtenidos fueron divididos al azar en cuatro grupos, con 11 papayas cada uno; a continuación, se aplicó a cada una los recubrimientos por aspersión, debido a que la fruta no se pudo colgar, se recubrió por partes.

El almacenamiento se realizó en bandejas de plástico, a una temperatura ambiente de 13 °C, con una humedad relativa del 66,30% (FRN - ESPOCH, 2016).

#### **Análisis físico – químicos.**

La pérdida de peso se determinó por el método gravimétrico (Restrepo y Aristizabal, 2010) utilizando una balanza de precisión marca OHAUS, modelo: PA3102.

La textura se realizó de acuerdo con la norma INEN 1909 (2015); usando un penetrómetro marca Qa-supplies modelo: FT 327 con un émbolo de 5 mm. Las mediciones se realizaron en tres puntos de la parte superior (punta), central (zona ecuatorial) y baja (péndulo) de la fruta.

En la medición del pH se utilizó un potenciómetro Testr 30 a prueba de agua, marca: Oakton previamente calibrado con solución buffer de pH 4,0, como se describe en la norma INEN 389 (1986).

La medición del contenido de sólidos solubles se llevó a cabo mediante una lectura directa en el refractómetro digital, marca Atago poket, a  $20 \pm 0,5$  °C, Las muestras se obtuvieron de la parte superior, ecuatorial y baja de la fruta (INEN-ISO 2173, 2013a).

El % de acidez titulable se midió según lo establecido en la norma INEN-ISO 750 (2013b), utilizando un valorador de ácido: bureta Dornic Marca BRIXCO.

El cálculo del índice de madurez (IM) se obtuvo mediante el método detallado en INEN (2015).

La determinación de la vida útil de los frutos se realizó en base a los resultados del factor pérdida de peso, aplicando la ecuación de cinética de primer orden (Alvarado, 1996).

## Discusión .

### Pérdida de peso.

Un porcentaje superior al 5% de pérdida de peso es suficiente para el deterioro de la calidad de las papayas (Almeida *et al.*, 2011); en el Cuadro 2, se puede ver que el tratamiento con gelatina mantuvo este valor hasta el día nueve, mientras que los demás tratamientos presentan valores superiores a partir del día siete.

A los veintiún días de estudio no se mostraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos; sin embargo, se observaron diferencias numéricas, como se aprecia en el Cuadro 2; siendo menor en las papayas con recubrimientos (Corra y Umaña, 2015), puesto que la papaya es una fruta climatérica: puede seguir madurando, independientemente de que ya no esté en la planta, aumenta su tasa de respiración y la producción de etileno (Gil, 2010), ocasionando la pérdida de peso como materia seca debido a la eliminación de dióxido de carbono; disminuyendo su peso fresco por la eliminación de agua, la cual se pierde principalmente en estado de vapor (y no en estado líquido), a través de rutas primarias tales como: heridas, estomas y cutícula (Carmona, 2001); sin embargo, se ha logrado reducir un 38,68% la deshidratación de la fruta, debido a que el recubrimiento forma una fina capa sobre el alimento y actúa como una barrera semipermeable a gases, tales como: oxígeno, dióxido de carbono y al vapor de agua, reduciendo la velocidad de respiración, transpiración y la deshidratación de los productos recubiertos; y, de esta manera, se retrasa el deterioro de la fruta (Gómez, 2011); demostrando claramente la eficacia de los recubrimientos en la disminución de deshidratación de la fruta, por lo que se considera una buena alternativa para la reducción de pérdidas postcosecha (López *et al.*, 2016; Meneses *et al.*, 2017).

El recubrimiento a base de gelatina presenta las mejores características en este parámetro, puesto que desarrollan muy buenas propiedades de barrera al oxígeno, lo que ayuda a controlar el intercambio de gases entre el fruto y el medio ambiente, retrasando la maduración y senescencia de la fruta (Guerrero y Vázquez, 2013).

### Textura (firmeza).

La firmeza influye sobre la percepción de calidad y se relaciona con la hidrólisis de componentes de la pared celular, pérdida de azúcares, degradación del almidón y pérdida de turgencia, ya que a medida que avanza el proceso de maduración y senescencia, se produce un debilitamiento de las paredes celulares y posteriormente el ablandamiento (Barco *et al.*, 2011).

Según Bogantes y Mora (2013), para transportar a destinos alejados (exportación) se requiere de una resistencia a la penetración (firmeza) mínima de 80 N; las frutas con recubrimiento de la presente investigación mantienen este parámetro hasta el día veintiuno mientras que las del tratamiento control quedan fuera a partir del día siete, como se indica en la **Cuadro 2**.

Los resultados obtenidos a partir del día nueve, presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre el tratamiento control y con recubrimientos, este comportamiento observado está relacionado con la protección que brindan los recubrimientos comestibles en la fruta, ocasionando modificaciones de la composición gaseosa interna, disminuyendo la tasa de respiración y la degradación de los compuestos de la pared celular, confiriéndole una mejor resistencia a los daños mecánicos durante el manejo (Achipiz *et al.*, 2013; Castro *et al.*, 2017).

A los veintiuno días de estudio se puede notar una reducción de pérdida de firmeza en un 30,95%, comprobando que los recubrimientos comestibles retardan el proceso de maduración, el mismo que está directamente relacionado con este parámetro, ya que medida que este progresa, la firmeza disminuye (Zambrano *et al.*, 2017), la acción de enzimas como las hidrolasas, inducidas por el etileno, que degradan los hidratos de carbono poliméricos, debilitan las paredes celulares y las fuerzas que mantienen unidas las células unas con otras, considerando que los recubrimientos comestibles no detienen los procesos fisiológicos solamente los retrasan (Umaña *et al.*, 2011). El tratamiento de gelatina es el que mostró los mejores resultados debido a sus buenas propiedades mecánicas y estructurales, garantizando una mejor resistencia de la fruta a los daños mecánicos y, en consecuencia, una mayor durabilidad (Quintero *et al.*, 2010).

### **Contenido de sólidos solubles.**

La concentración mínima requerida por las normas INEN de sólidos solubles en la pulpa de papaya es de 8 °Bx, la misma que se cumple a partir del día cinco, con una ligera variación en todos los tratamientos (INEN, 2008). En el último día de la experimentación el análisis de varianza no reveló diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) como se aprecia en la Cuadro 3; sin embargo, se identificó una diferencia del 9,58% entre los resultados de las papayas con recubrimiento y los del tratamiento control, pudiendo estar relacionado con el retraso del proceso de maduración, dado que los recubrimientos crean una atmósfera modificada en el interior de éstas (Guerrero y Vázquez, 2013; Castro *et al.*, 2017)

La diferencia encontrada en los distintos tratamientos se debe principalmente a que la calidad de la papaya está directamente relacionada con los factores ambientales, tipo de cuidado en el cultivo, forma de cosecha, exposición solar, entre otros, ocasionando una variación entre los frutos incluso dentro de una misma planta, afectando también a otras variables como pH, acidez titulable e índice de madurez (Franco, 2015).

### **pH**

(Moreno, 2011), manifiesta que la porción comestible de la papaya tiene un pH que va entre 4,5 y 6,0. En la presente investigación este valor permanece hasta el día trece con la aplicación del recubrimiento a base de gelatina, en las papayas recubiertas con gel de sábila

y almidón de yuca se mantiene hasta el día nueve; en cambio las que no están recubiertas se conservan hasta el día siete, como se ilustra en el Cuadro 3.

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos con gel de sábila y control solamente en el último día de evaluación como se observa en el Cuadro 3. En el transcurso de los días se apreció un ligero incremento, alcanzando un máximo de 6,43 en el tratamiento control, con aproximadamente 5,86% más que en las frutas con recubrimiento, pues al incrementarse el estado de madurez, los ácidos orgánicos son transformados a azúcares produciendo un aumento de pH y una disminución de la acidez (Torres *et al.*, 2013). Demostrándose que la aplicación de recubrimientos comestibles ayuda a mantener la calidad de las frutas, retrasando las principales causas de alteración a través de diferentes mecanismos (Sánchez *et al.*, 2008).

### **Acidez titulable.**

La acidez determina la concentración de ácidos contenidos en un alimento, hortaliza o fruto, los resultados se suelen expresar dependiendo del mayor contenido de ácido cítrico, málico y/o tartárico en las diferentes frutas y hortalizas, en la presente investigación el ácido cítrico se tomó como referencia, pues es el ácido predominante en la papaya (Domene y Segura, 2014).

Según Alonso (2008), la acidez de la papaya es baja, los valores de ácido cítrico varía de 0,12 a 0,15%. Por otro lado Domene y Segura (2014), manifiestan que la acidez de la papaya puede alcanzar valores de 0,2%; todas las frutas evaluadas en el presente trabajo, registraron valores similares hasta el día veintiuno, como se observa en la Cuadro 4.

El análisis de varianza en el día veintiuno mostró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre el tratamiento sin recubrimiento y el tratamiento con gel de sábila, al comparar los resultados del control frente a los demás tratamientos se puede apreciar una diferencia de 36,36%, puesto que la concentración de ácidos disminuye a medida que los frutos adquieren su madurez de consumo. Aclarando que los recubrimientos retardan el proceso de maduración y senescencia (Acosta *et al.*, 2001; Fernández *et al.*, 2017).

Asimismo, hay que considerar que la papaya no tiene reservas de almidón, los ácidos orgánicos son utilizados como sustratos de la respiración para la síntesis de nuevos componentes durante el proceso de maduración, causando una disminución de la acidez (Almeida *et al.*, 2011).

### **Índice de madurez.**

Es un parámetro establecido a partir de la cuantificación del contenido total de sólidos solubles y la acidez valorable (Domene y Segura, 2014).

De acuerdo al análisis de varianza hubo diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en el día veintiuno entre las frutas con recubrimiento de gel sábila, gelatina y el tratamiento testigo,

como se aprecia en la Cuadro 6, observándose que el índice de madurez de las frutas del tratamiento control tienen un 28,45% más de madurez en relación a las recubiertas, esto se debe a que el tratamiento control no tiene protección por lo que su avance de madurez es más rápido, aseverando que los recubrimientos comestibles, prolongan la vida postcosecha, ya que ralentizan el proceso de maduración y senescencia (Guerrero y Vázquez, 2013; Fernández *et al.*, 2017).

**Vida de anaquel.**

Los aspectos externos como la apariencia, uniformidad, frescura, son factores de la calidad externa que más demandan los consumidores, los cuales se ven afectados por la deshidratación de la fruta como consecuencia de su transpiración lo que significa una disminución de la calidad y aceptabilidad, por ello se ha tomado como referencia este parámetro (López, 2003).

En función de los resultados reportados en la Cuadro 5 a partir de la variable pérdida de peso, se observa que las papayas con recubrimientos de gelatina mantienen sus características físicas aceptables hasta el día quince en comparación a los tratamientos con almidón de yuca, gel de sábila y tratamiento testigo, que presentan doce, once y seis días de tiempo de vida útil.

**Conclusiones.**

Los recubrimientos comestibles con adición de aceite esencial de naranja evaluados en la presente investigación constituyen Una opción promisoría para mejorar las propiedades fisicoquímicas en el manejo postcosecha de la papaya, puesto que ralentizan los procesos metabólicos de la maduración y mejoran las características sensoriales de la fruta.

Por medio de la presente investigación se ha establecido que los recubrimientos resultan apropiados para alargar el tiempo de vida de anaquel, debido a que independientemente del tratamiento aplicado todos los frutos que fueron recubiertos presentan mejores características fisicoquímicas en relación al tratamiento testigo, destacándose el recubrimiento de gelatina el mismo que logró conservar mejor los parámetros analizados.

**Cuadros.**

**Cuadro 1.** Formulaciones de los recubrimientos.

Tratamiento	Componente [%]	Glicerina [%]	CMC [%]	Aceite esencial de naranja [%]	de Agua destilada [%]
Sin recubrimiento	0	0	0	0	0
Almidón de yuca	3	0,75	0,75	1	94,5
Gel de sábila	30	0,75	0,75	1	67,5
Gelatina	3	0,75	0,75	1	94,5

**Autor:** Grupo de Investigación.



**Cuadro 2.** Efecto de los recubrimientos en la pérdida de peso [%] y textura (N) de las papayas evaluadas durante 21 días a temperatura ambiente.

	Pérdida de Peso [%]						Textura [N]					
	3	13	21	3	13	21	3	13	21	3	13	21
Sin recubrimiento	1,52	a	10,25	A	20,46	a	126,13	a	63,48	b	46,60	B
Gelatina	1,10	a	7,00	A	12,00	a	132,41	a	98,98	a	92,85	A
Gel de sábila	1,23	a	7,30	A	12,65	a	133,35	a	94,73	a	90,34	A
Almidón de yuca	1,17	a	7,92	A	14,29	a	132,59	a	104,57	a	88,89	A
E.E,	0,07		0,19		0,10		5,73		5,21		5,73	
Prob,	0,35		0,23		0,40		0,80		0,00		0,00	

**Autor:** Grupo de Investigación.

N: Newton; E.E.: error estándar; Prob.: probabilidad; medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ )

**Cuadro 3.** Efecto de los recubrimientos en contenido de sólidos solubles (°Brix) y pH de las papayas, evaluadas durante 21 días a temperatura ambiente.

	Sólidos Solubles [°Bx]						Ph					
	3	13	21	3	13	21	3	13	21	3	13	21
Sin recubrimiento	8,58	A	9,28	a	9,57	a	5,88	a	9,28	A	9,57	a
Gelatina	7,86	Ab	8,41	ab	8,48	a	5,80	a	8,41	ab	8,48	a
Gel de sábila	8,58	A	7,56	b	8,98	a	5,82	a	7,56	B	8,98	a
Almidón de yuca	7,25	B	8,06	ab	8,50	a	5,87	a	8,06	ab	8,50	a
E.E,	0,31		0,30		0,48		0,05		0,30		0,48	
Prob,	0,04		0,02		0,38		0,71		0,02		0,38	

**Autor:** Grupo de Investigación.

E.E.: Error estándar; Prob.: probabilidad; medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ).

**Cuadro 4.** Efecto de los recubrimientos en acidez titulable (ácido cítrico, %) y el índice de madurez de las papayas evaluadas durante 21 días a temperatura ambiente.

	Acidez titulable [%]						Índice de madurez					
	3	13	21	3	13	21	3	13	21	3	13	21
Sin recubrimiento	0,15	a	0,13	a	0,11	b	59,18	a	74,44	A	84,84	a
Gelatina	0,15	a	0,16	a	0,15	ab	51,18	a	51,70	A	59,00	b
Gel de sábila	0,15	a	0,15	a	0,17	a	58,65	a	52,19	A	54,62	b
Almidón de yuca	0,15	a	0,14	a	0,13	ab	49,55	a	60,54	A	68,50	ab
E,E,	0,02		0,03		0,01		0,33		0,60		4,88	
Prob,	0,97		0,72		0,04		0,43		0,36		0,01	

**Autor:** Grupo de Investigación.

E,E,: error estándar; Prob.: probabilidad; medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ).

**Cuadro 5.** Cálculos de la vida útil en base a la pérdida de peso de las papayas evaluadas durante 21 días.

Días	Tiempo [s]	Logaritmo natural [ln]			
		(Sin recubrimiento)	(Gelatina)	(Gel de sábila)	(Almidón de yuca)
3	259 200	0,42	0,10	0,21	0,16
5	432 000	1,09	0,79	0,93	0,88
7	604 800	1,55	1,22	1,35	1,32
9	777 600	1,87	1,51	1,65	1,62
11	950 400	2,13	1,78	1,89	1,87
13	1 123 200	2,33	1,95	1,99	2,07
15	1 296 000	2,50	2,11	2,13	2,26
17	1 468 800	2,67	2,19	2,23	2,42
19	1 641 600	2,86	2,31	2,38	2,47
21	1 814 400	3,02	2,48	2,54	2,66
LnCo		0,46	0,23	0,38	0,27
lnC		1,55	1,51	1,35	1,32
K		$2 \times 10^6$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
lnC – lnC		1,09	1,28	0,97	1,05

---

t (s)	544 250,00	1 281 700,00	970 500,00	1 046 600,00
t (días)	6	15	11	12

---

**Autor: Grupo de Investigación.**

ln: logaritmo natural de cada variable; lnCo: valor inicial; lnC: valor límite; lnC – lnCo: Diferencia entre valor límite y valor inicial; k: Constante; t: tiempo de vida útil.

**Referencias bibliográficas.**

Achipiz, S., A. Castillo, S. Mosquera, J. Hoyos y D. Navia. (2013). Efecto de recubrimiento a base de almidón sobre la maduración de la guayaba (*Psidium guajava*). Rev. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustria. 2(2):92-101.

Acosta, M., D. Nieto, J. Domínguez y F. Delgadillo. (2001). Calidad y tolerancia en frutos de papaya (*Carica papaya* L.) a la inoculación del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., en postcosecha. Rev. Chapingo Serie Horticultura. 7(1):119-124.

Albertini, S., A. Lai, J. Moreno, G. Sarriés y M. Fillet. (2015). Effects of chemical treatments on fresh-cut papaya. Rev. Food Chemistry. 190:1182-1189.

Almeida, A., J. Reis, D. Santos, T. Vieira y M. Costa. (2011). Estudio de la conservación de la papaya (*Carica papaya* L.) asociado a la aplicación de películas comestibles. Rev. Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2(1):49-60.

Alonso, M. (2008). Caracterización de los frutos de cuatro cultivares de papaya del grupo solo, introducidos en Cuba. Rev. Agronomía Costarricense. 32(2):169-175.

Alvarado, J. (1996). Principios de ingeniería aplicados en alimentos. Primera Edición. Ecuador. 530p.

Barquero, J. (2007). Agrocadena de Fresa. La Cera de Abeja. Botanical-online. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/ceradeabeja.htm>. Fecha de consulta: abril 2017.

Barco, P., A. Burbano, S. Mosquera, H. Villada y D. Navia. (2011). Efecto de recubrimiento a base de almidón sobre la maduración del tomate. Rev. Lasallista de Investigación. 8(2):96-103.

Bogantes, A. y E. Mora. (2013). Incidencia y severidad de la antracnosis en líneas e híbridos de papaya (*Carica papaya*). Rev. Agronomía Mesoamericana. 24(2): 411-417.

Brasil, I., C. Gomes, A. Puerta, M. Castell y R. Moreira. (2012). Polysaccharide-based

- multilayered antimicrobial edible coating enhances quality of fresh-cut papaya. *Rev. LWT - Food Science and Technology*. 47(1):39-45.
- Carmona, G. (2001). Rol de la temperatura en el almacenamiento de productos frescos. Consejo Nacional de Producción. Disponible en: [http://www.cnp.go.cr/biblioteca/poscosecha/guias\\_tecnicas/3431-5.pdf](http://www.cnp.go.cr/biblioteca/poscosecha/guias_tecnicas/3431-5.pdf). Fecha de consulta: abril 2017.
- Castro, M., M. Mantuano, J. Coloma y S. Santacruz. (2017). Utilización de Películas Comestibles de Almidón de Yuca y Ácido Salicílico en la Conservación de Papaya (*Carica papaya* L.). *Rev. Politécnica*. 39(1): 7-12.
- Corra, G. y G. Umaña. (2015). Efecto de ceras como complemento a la inmersión hidrotérmica sobre la calidad en la fruta de papaya (*Carica papaya* L. híbrido Pococí). *Rev. Agronomía Costarricense*. 39(1):91-105.
- Castro, M., V. Espinoza, Y. García, M. López, R. Molina y E. Lavayen. (2017). Recubrimiento comestible de quitosano, almidón de yuca y aceite esencial de canela para conservar pera (*Pyrus communis* L. cv. "Bosc"). *Rev. La Técnica: revista de las agrociencias*. 40(2):42-53.
- Cortez, W., S. Pizato, J. Andreghetto y C. Prentice. (2014). Using edible coatings from Whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) protein isolate and organo-clay nanocomposite for improve the conservation properties of fresh-cut «Formosa» papaya. *Rev. Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 22:197-202.
- Dambros, D., A. Rocha, E. Da Silva, S. Rodrigues y S. Alves. (2017). Frequency of quiescent fungi and post-harvest alternative management of stem end rot in papaya. *Rev. Caatinga*. 30(3):786-793.
- Domene, M. y M. Segura. (2014). Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria. Cajamar (Ficha de transferencia: 005). Disponible en: <https://www.cajamar.es/es/agroalimentario/innovacion/investigacion/documentos-y-programas/fichas-de-transferencia/parametros-de-calidad-interna-de-hortalizas-y-frutas-en-la-industria-agroalimentaria/>. Fecha de consulta: marzo 2017.
- Facultad de Recursos Naturales de la Escuela superior Politécnica de Chimborazo (FRN – ESPOCH). (2016). Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.
- Franco, A. (2015). Prácticas de precosecha y cosecha que influyen en la poscosecha. Bogotá. pp. 3-19.
- Fernández, N., D. Echeverría, S. Mosquera y S. Paz. (2017). Estado actual del uso de

- recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. *Rev. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 15(2):134-141.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2005). Pérdidas en la manipulación después de la cosecha. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/meeting/009/j5778s.html>. Fecha de consulta: Abril 2017.
- Gil, A. (2010). Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Segunda Edición. Médica Panamericana, Madrid. pp. 66-69.
- Gómez, E. (2011). Recubrimientos para frutas y hortalizas. V curso internacional tecnología poscosecha y procesamiento mínimo. Cartagena. pp. 1-15.
- Guerrero, M. y J. Vázquez. (2013). Recubrimientos de frutas con biopelículas. *Rev. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 7(7):5-14.
- Hamzah, H., A. Osman, C.Tan y F. Ghazali. (2013). Carrageenan as an alternative coating for papaya (*Carica papaya* L. cv. Eksotika). *Rev. Postharvest Biology and Technology*. 75:142-146.
- Han, J. (2014). *Innovations in Food Packaging*. Second Edition. Academic Press, TX, USA. 624p.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). NTE INEN 389. (1986). Conservas Vegetales - Determinación de la Concentración de ión Hidrógeno (pH). Norma Técnica Ecuatoriana. Requisitos, Pub. L. No. NTE INEN 389. Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). NTE INEN 2337. (2008). Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Norma Técnica Ecuatoriana. Requisitos, Pub. L. No. NTE INEN 2337. Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). NTE INEN 1909. (2015). Frutas frescas. Tomate de árbol. Norma Técnica Ecuatoriana. Requisitos, Pub. L. No. NTE INEN 1909. Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). NTE INEN-ISO 2173. (2013a). Productos vegetales y frutas - determinación de sólidos solubles - método refractométrico (IDT). Norma Técnica Ecuatoriana. Pub. L. No. NTE INEN-ISO 2173. Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). NTE INEN-ISO 750. (2013b). Productos vegetales y de frutas - determinación de la acidez titulable (IDT). Norma Técnica Ecuatoriana. Pub. L. No. NTE INEN-ISO 750. Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). NTE INEN 1755. (2015). Frutas frescas.

Aguacate. Norma Técnica Ecuatoriana. Requisitos, Pub. L. No. NTE INEN 1755. Ecuador.

López, A. (2003). Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/Y4893S/Y4893S00.HTM>. Fecha de consulta: Abril 2017

López, E., D. Fernando, C. Ruano, L. Yurani, J. Andrade y O. Mora. (2016). Evaluación de un recubrimiento comestible a base de proteínas de lactosuero y cera de abeja sobre la calidad fisicoquímica de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Acta Agronómica. Universidad Nacional de Colombia Palmira, Colombia. 65(4):326-333.

Martins, D. y E. Resende. (2013). Quality of Golden papaya stored under controlled atmosphere conditions. Rev. Food Science and Technology International. 19(5):473-481.

Meneses, K., S. Santacruz y J. Coloma. (2017). Conservación de yuca (*Manihot esculenta*) con recubrimiento a base de harina de cáscara de plátano. Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia. 40(2):105-112.

Moreno, E. (2011). Papaya – Carica Papaya. Boletín Bioextracto No. 70. Disponible en : <http://www.todonatural.net/?p=67>. Fecha de consulta: enero 2016.

Narsaiah, K., R. Wilson, K. Gokul, H. Mandge, S. Jha, S. Bhadwal, K. Rahul, R. Malik y S.Vijb. (2015). Effect of bacteriocin-incorporated alginate coating on shelf-life of minimally processed papaya (*Carica papaya* L.). Rev. Postharvest Biology and Technology. 100:212-218.

Özkaya, O., D. Yildirim, Ö. Dündar y S. Tükel. (2016). Effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) and modified atmosphere packaging on postharvest storage quality of nectarine fruit. Rev. Scientia Horticulturae. 198:454-461.

Park, H., Byun, Y., Kim, Y., Whiteside, W., & Bae, H. (2014). Processes and Applications for Edible Coating and Film Materials from Agropolymers. En J. Han (Ed.), Innovations in Food Packaging (Second Edition., pp. 257–275). Plano, TX, Estados Unidos: Elsevier.

Pavón, D. y S. Valencia. (2016). Efecto de recubrimientos comestibles compuestos a base de goma tara en la calidad poscosecha de frutilla (*fragaria ananassa*). Rev. Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. 17(1):65-70.

Pontigo, A., M. Trejo y A. Lira. (2015). Desarrollo de un recubrimiento con efecto antifúngico y antibacterial a base de aceite esencial de orégano para conservación de

papaya 'Maradol'. Rev. Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. 16(1):58-63.

Quintero, J., V. Falguera y A. Muñoz. (2010). Films and edible coatings : importance , and recent trends in fruit. Rev. TUMBAGA. 5(1):93-118.

Restrepo, J. y I. Aristizabal. (2010). Conservación de fresa (Fragaria x ananassa Duch cv. Camarosa) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila(Aloe barbadensis Miller) y cera de carnaúba. Rev. Redalyc. 17(3):252-263.

Sánchez, L., M. Vargas, C. González, M. Cháfer y A. Chiralt. (2008). Incorporación de productos naturales en recubrimientos comestibles para la conservación de alimentos. VIII Congreso SEAE Bullas 2008. Disponible en: [https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2009/eventos-seae/cds/congresos/actas-bullas/seae\\_bullas/verd/posters/5%20P.%20CALIDAD/calidad3.pdf](https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2009/eventos-seae/cds/congresos/actas-bullas/seae_bullas/verd/posters/5%20P.%20CALIDAD/calidad3.pdf). Fecha de consulta: marzo 2017.

Torres, R., E. Montes, O. Pérez y R. Andrade. (2013). Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. Rev. Información tecnológica. 24(3):51-56.

Umaña, G., C. Loría y J. Gómez. (2011). Efecto del grado de madurez y las condiciones de almacenamiento sobre las características físicoquímicas de la papaya Híbrido Pococí. Rev. Agronomía Costarricense. 35(2):61-73.

Zambrano, J., A. Valera, M. Maffei, W. Materano, I. Quintero y K. Graterol. (2017). Efecto de un recubrimiento comestible formulado con mucílago del cactus (Opuntia elatior Mill.) sobre la calidad de frutos de piña mínimamente procesados. Rev. Bioagro. 29(2): 129-136.

**Para citar el artículo indexado.**

Barrazueta S., Chacha C., Mendoza G. & Rodríguez J. . (2018). Cambios en las propiedades fisicoquímicas durante el almacenamiento de *Carica Papaya L* utilizando tres recubrimientos comestibles. *Revista electrónica Ciencia Digital* 2(4.2), 52-67. Recuperado desde: <http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/201/178>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.

