

ARTICULO ORIGINAL / ORIGINAL ARTICLE

Aplicación de Compuestos Fenólicos Extraídos de la Cáscara y Semilla de Papaya (*Carica papaya*) en un Recubrimiento Comestible a Base de Gelatina para Aumentar la Vida Útil de la Misma

Application of Phenolic Compounds Extracted from the Peel and Seed of Papaya (*Carica papaya*) in an Edible Gelatin-Based Coating to Increase its Useful Life

Mayela Deyanira Lozano Delgado, Ligia Elena Navarrete Cuenca, Yessenia Maribel García Montes, Marlon Reinaldo Castro García, Cesar Fabian López Zambrano e Italo Pedro Bello Moreira

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad Ciencias de la Vida y Tecnología, carrera de Ingeniería Agroindustrial. Manta, Ecuador

Article history:

Received December 19, 2023

Received in revised from
December 22, 2023

Accepted December 22, 2023

Available online

February 10, 2024

* Corresponding author:

Italo Pedro Bello Moreira

Electronic mail address:

italop.bello@uleam.edu.ec

Author history:

Investigador Senescyt:

REG-INV-16-01697

RESUMEN

En el presente estudio se determinó el método de extracción más eficiente para evaluar el contenido total de polifenoles (CTP) presentes en los residuos de papaya (semilla y cáscara). Además, se elaboró un recubrimiento a base de gelatina con el mejor tratamiento de extracción para evaluar la vida útil del mismo fruto en concentración del 2%, actuando eficazmente frente a microorganismos como mohos y levaduras. El CTP extraído de la cáscara por el método de extracción hidroalcohólica fue superior (326,66 mg de AG/g de extracto) en comparación a la extracción en semilla (214 mg de AG/ g de extracto). Los resultados obtenidos por el método de extracción asistida por ultrasonido fueron menores tanto en cáscara (303,66 mg de AG/g de extracto) como en semilla (198,66 mg de AG/g de extracto). La vida útil de la papaya se determinó mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos como textura, colorimetría, pH, acidez titulable, ° Brix y recuento de mohos y levaduras. En cuanto a las propiedades fisicoquímicas, estas se vieron afectadas después de la segunda semana (sem) de almacenamiento en refrigeración a 8 °C. Con respecto a los microorganismos (MO) los recuentos aumentaron progresivamente a partir de la semana uno en los tratamientos (T1, T2, T3), siendo los valores iniciales 10×10^{-4} , 7×10^{-5} , 4×10^{-5} respectivamente, dichos tratamientos alcanzaron valores finales de 149×10^{-3} , 111×10^{-3} y 90×10^{-4} . Estos resultados demuestran que el CTP presentes en la cáscara de papaya podrían ser utilizados en la conservación de la misma.

Palabras clave: biopolímero, fenoles, papaya, conservación

A B S T R A C T

The In the present study, the most efficient extraction method was determined to evaluate the total polyphenol content (TPC) present in papaya residues (seed and peel). In addition, a gelatin-based coating with the best extraction treatment was developed to evaluate the shelf life of the same fruit at 2 % concentration, acting effectively against microorganisms such as molds and yeasts. The CTP extracted from the peel by the hydroalcoholic extraction method was higher (326.66 mg of GA/g extract) compared to seed extraction (214 mg of GA/g extract). The results obtained by the ultrasound-assisted extraction method were lower in both peel (303.66 mg GA/g extract) and seed (198.66 mg GA/g extract). The shelf life of papaya was determined by physicochemical and microbiological analyses such as texture, colorimetry, pH, titratable acidity, ° Brix and mold and yeast counts. As for the physicochemical properties, these were affected after the second week (wk) of refrigerated storage at 8 °C. With respect to microorganisms (MO) counts increased progressively from week one in the treatments (T1, T2, T3), the initial values being 10×10^{-4} , 7×10^{-5} , 4×10^{-5} respectively, these treatments reached final values of 149×10^{-3} , 111×10^{-3} and 90×10^{-4} . These results demonstrate that the TPC present in papaya peel could be used in the preservation of papaya.

Keywords: biopolymer, phenols, papaya preservation.

INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya*) es considerada como un fruto de alto valor digestivo y nutricional, por ello es utilizada en dietas nutritivas (Alonso *et al.*, 2006). Es una especie nativa de Centroamérica, (Fuentes y Santamaría, 2014) es cultivada en suelos con características fructuosas como la humedad y prósperos en materia orgánica. Martínez (2007) indica a cerca de las ventajas del clima en Ecuador, mismo que permite el cultivo de un sin número de productos hortofrutícola entre los que se destaca la papaya (*Carica papaya*) que se puede encontrar en los mercados durante todo el año. Por las características que presenta, es un fruto con alta demanda dentro y fuera del país.

Este fruto se produce en varias provincias del país tales como: Manabí, Guayas, Los Ríos y Santo Domingo de los Tsáchilas. Pro Ecuador (2015) estima que existen alrededor de 3000 hectáreas cultivadas.

MAG (2018) alega que actualmente la papaya cultivada en Ecuador está llegando a diferentes partes del mundo como: Reino Unido, Colombia, Comunidad Europea y Perú destinos a los cuales hasta el año 2018 se ha enviado aproximadamente 98 toneladas y fue en este mismo año donde por primera vez se efectuó una exportación a Estados Unidos.

Por su capacidad vigorizante, puede consumirse como un fruto fresco o procesado industrialmente, se considera como una fuente de trabajo por su alta rentabilidad tanto en la producción como cosecha durante todo el año, aun cuando este fruto presenta un sin número de ventajas la falta de aplicación tecnológica en la producción representa un problema en las ventas por la aparición de patógenos. (Lozano, 2013)

En estado maduro este fruto está compuesto de un látex amargo en el que se destacan compuestos químicos como la quimopapaína A, compuesto azufrados y la enzima papaína que está presente en

la corteza, en la cual se identificaron también sustancias tales como: carbohidratos, galactosa, fructosa, glucosa y xilitol. (Vega,2001) (Osuna, 2005).

Isaza (2007) menciona que las plantas sintetizan variedades de subproductos que contienen grupos fenólicos, a estas sustancias también se las denominan polifenoles, fenoles o compuestos de fenilpropionato. Por otra parte, Griesser *et al.*, (2015) indicaron que los compuestos fenólicos poseen propiedades antioxidantes por lo que tienen un significado biotecnológico y que la concentración de compuestos fenólicos del fruto depende de las condiciones ambientales en las que este se encuentre.

La cantidad de residuos en la industria alimentaria genera un impacto ambiental por la falta de estrategias en el proceso de eliminación, por ello se da como alternativa valorizar estos residuos para así minimizar el impacto ambiental que estos causan. (Martínez *et al.*, 2017) En el caso de la papaya Parniakov *et al.*, (s.f.) informaron que la cantidad de residuos que se genera es del 20 al 15 %.

En el caso de las frutas, las industrias aprovechan sus pulpas sin dar valor agregado a sus subproductos, mismos que poseen un alto valor funcional y que al no ser utilizados terminan siendo desechados a la basura. Acorde con Ayala *et al.*, (s.f.) los residuos de los frutos ostentan a efectuar nuevas investigaciones para aplicarlas en nuevos procesos por ser una fuente de compuestos bioactivos que poseen propiedades antimicrobianas y antioxidantes.

La Economía circular en Ecuador se exhibe como una alternativa al actual modelo de consumo y producción con el objetivo de resolver problemas medioambientales y así permitir la apertura de nuevos negocios y crecimiento económico.

El problema principal que se presenta en la industria alimentaria es el deterioro de alimentos debido a la proliferación de distintos microorganismos. Actualmente se desarrollan nuevas tecnologías para la conservación de alimentos que consiste en utilizar productos naturales que garanticen la calidad de los alimentos. (Valenzuela *et al.*, 2016)

Una de las nuevas tecnologías que se aplican para alargar la vida útil de los alimentos son los recubrimientos comestibles (RC), García *et al.*, (2010) define al RC como un sustrato continuo delgado que generalmente se forma al sumergirlo en una solución formadora de recubrimiento donde se rodea completamente al alimento. Vásconez *et al.*, (2009) agrega que un RC posee propiedades entre las que se destaca la mecánica, además dispone de un efecto barrera sobre la transmisión de gas.

Dahl (2016) señala que un RC contiene la característica de darle brillo adicional a la superficie del alimento y así se mejora la apariencia externa del mismo. En las frutas el RC actúa manteniéndolas firmes y reduciendo su pérdida de peso lo que logrará que la fruta mantenga su aspecto fresco. Así mismo la tasa de respiración y la producción de etileno se reducirán considerablemente lo que producirá retraso en la senescencia. También destaca que un RC evita que las frutas sufran trastornos durante su almacenamiento o que presenten lesiones por frío.

La presente investigación tiene por objetivo aplicar compuestos fenólicos extraídos de la cáscara y semilla de papaya (*Carica Papaya*) en un recubrimiento comestible a base de gelatina para aumentar la vida útil de la misma.

METODOLOGÍA

Materiales

La cáscara y semilla de papaya (*Carica papaya*), fueron obtenidas a partir de frutos que se

encontraban en estado de madurez comercial, en un centro de abasto de la ciudad de Manta. Para llevar a cabo la cuantificación de compuestos fenólicos se empleó el reactivo de Folin-Ciocalteu, etanol al 80 %, carbonato de sodio, etanol, ácido gálico y agua destilada. Para el recuento de mohos y levaduras, los medios de cultivos empleados fueron Sabouraud Dextrose Agar y Agua de peptona (pH 7,2). Para ejecutar los análisis fisicoquímicos se utilizaron hidróxido de sodio al 1N, fenoltaleína, agua destilada. Para la elaboración del recubrimiento comestible se utilizó tween 60, ácido acético y glicerol. Todos los reactivos antes mencionados fueron suministrados por el laboratorio Tecnolab (Quevedo, Ecuador)

Preparación y liofilización de las muestras de cáscara y semilla de papaya.

Los residuos de la papaya (cáscara y semilla) se obtuvieron del pelado y despulpado del fruto. Para la conservación de los subproductos se utilizaron bolsas herméticas donde se colocaron las cáscara y semillas para posteriormente ser llevadas a congelación (- 20 °C). Luego se colocaron las muestras troceadas y congeladas en un liofilizador (FreeZone. República Checa), el proceso de liofilización se realizó a - 50 °C durante un tiempo de 48 horas. Para concluir se realizó la pulverización de las muestras en un molino (Modelo MD120) a 25000 rpm por un tiempo estimado de 5 min. Para su conservación, las muestras fueron llevadas a congelación.

Extracción Etanólica (80 %) – Agua.

Se utilizó el método adaptado por Otero (2019). Fueron tomados 20 gr de muestra de polvo de semillas y cáscaras liofilizadas y mezclados con 400 ml de una solución hidroalcohólica al 75:25 (etanol: agua, v/v). Las muestras se homogenizaron utilizando una batidora (Modelo POLY TRON PT 2100, Suecia) a 21000 por 5 min. Las muestras fueron sometidas a sonicación

mediante un sonicador Fisherbrand (Modelo 3800, Alemania).

Extracción asistida por ultrasonido.

Se empleó un baño ultrasonido Fisherbrand (Modelo 3800, Alemania) de 35 kHz de frecuencia y 250 watts, para la extracción se tomó 1gr de muestra molido con 10 ml de etanol como solvente. Se sometió a ultrasonido por 10 min y se centrifugó. El sobrenadante se filtró en papel filtro Whatman de 8 a 10 micrómetros de poro. Esta operación se efectuó tres veces sobre el sólido, y el último lavado se agitó en vortex por 1 min. Se llevó a un volumen de 50 ml y se almacenó a 2 °C hasta su análisis. (Hussam *et al.*, 2013)

Cuantificación de polifenoles totales

Se efectuó mediante el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu descrito por Sultana *et al.*, (2009), con ciertas modificaciones. 20 µL de muestras se mezclaron con 1580 µL de agua destilada a la cual se le adicionó 100µL de solución de Fenol de Folin-Ciocalteu 2N (Sigma Aldrich) después de 1min se mezcló con 300µL de Na₂CO₃ (Sigma Aldrich) al 20 %, almacenándose dos horas a temperatura ambiente. La absorbancia se registró a 700nm (espectrofotómetro VIS, JENWAY 6320D, USA)

Curva de calibración de ácido gálico

Para la cuantificación de los compuestos fenólicos totales se procedió a emplear una curva de calibración estándar de ácido gálico. Los resultados del contenido total de polifenoles fueron expresados en mg de equivalente de ácido gálico / ml de extracto.

Elaboración de recubrimiento comestible a base de gelatina.

Se elaboró el recubrimiento comestible a base de gelatina Gelhada sin sabor al 3 % en una solución al 0,5 % de ácido acético; para esta formulación se

adicionó tween 60 al 0,6 % y glicerol al 1 %. La hidratación de la gelatina se efectuó a 38 °C con agitación constante, se adicionaron tween 60 y glicerol en las cantidades ya mencionadas hasta obtener un recubrimiento homogéneo y transparente. El recubrimiento comestible se aplicó a una temperatura de 25 °C por inmersión, posterior a ello las papayas se depositaron en rejillas para facilitar su secado por un corriente de aire por 20 min (Galiotta, 2001).

Análisis de vida útil

Para la determinación de vida útil fueron utilizados 36 frutos. Durante el almacenamiento de los frutos se evaluaron cada siete días los parámetros de calidad como: color, firmeza, pH, Acidez titulable, °Brix y recuento de mohos y levaduras.

Determinación de color.

En cuanto al color se realizaron valoraciones colorimétricas sobre la papaya con la ayuda de un colorímetro Chroma Meter (Modelo CR-400, Japón) de acuerdo al método descrito por (Atingen M. *et al.*, 2005). En donde las medidas de color fueron expresadas por las coordenadas obtenidas a partir del sistema CIE- L* a* b*.

Determinación de firmeza.

La firmeza de la papaya se la realizó de acuerdo al método descrito por (Castro *et al.*, 2014). El análisis se efectuó con un texturómetro marca Shimadzu (Modelo EZ LX, Japón). Donde el parámetro medido fue la fuerza máxima de penetración expresada en Newton (N). Se empleó un punzón de 3 mm de diámetro y 8 cm de longitud que se desplazó a una velocidad de 20 mm/s con una penetración de 15 mm en el fruto, para proceder la lectura directa de los resultados.

Determinación de pH.

El pH se midió a temperatura ambiente y se lo realizó por medio de un pH metro, como muestra

se empleó 10 g de pulpa y se homogenizó con 100 ml de agua destilada, se filtró y se colocó en un vaso de precipitación de 100 ml en el que se introdujeron los electrodos del potenciómetro marca HANNA Instrument (Modelo HI 98130, Rumania) Obteniendo así los resultados directos.

Determinación de acidez titulable.

Este parámetro se determinó por método de titulación directa del sobrenadante con hidróxido de sodio 0.1 N usando como indicador tres gotas de fenolftaleína hasta lograr el cambio de color en la muestra los resultados se expresaron en porcentaje de ácido cítrico (AOAC, 2007).

$$\% \text{de acidez} = \frac{A \times B \times C}{D} \times 100$$

%de acidez: g de ácido cítrico /100 ml de muestra

A= cantidad de ml de hidróxido de sodio

B= normalidad de hidróxido de sodio

C= peso equivalente expresado en gramos de ácido predominante en el alimento

D= peso de la muestra

Determinación de °Brix.

El contenido de sólidos solubles se determinó por el método de lectura visual directa, colocando una gota del jugo del fruto sobre el prisma de medición en el refractómetro digital marca Boeco, (Modelo BOE – 32195, Alemania) con un rango de medición de 0 a 95 a 20 °C. Los sólidos solubles de la papaya fueron expresados en °Brix. (AOAC, 2007).

Recuento de mohos y levaduras.

Se realizó de acuerdo al método NTE INEN 1529-2. El mismo que se basa en el cultivo entre 22 °C y 25 °C de las unidades propagadoras de mohos y levaduras. En una bolsa hermética se pesaron 25 g

de papaya, misma que fue depositada en un matraz de 500 ml incorporándole 225 ml de agua de peptona (pH 7,2). Posteriormente se realizó la dilución 1/10 (10^{-1}), luego se homogenizó la dilución por dos minutos en vortex marca Velp Scientifica (Modelo F202A0280, Europa) para luego realizar las diluciones seriadas de la muestra. Para las diluciones seriadas se tomó 1 ml de la dilución 10^{-1} y fue homogenizada con 9 ml de agua de peptona. Para obtener una dilución 10^{-2} , así mismo se hizo para obtener la dilución 10^{-3} hasta llegar a 10^{-5} . A partir de estas diluciones fueron sembradas con Sabouraud Dextrose Agar las placas de petrifilm para el recuento mohos y levaduras.

La siembra se efectuó inoculando con 1 ml de la dilución el centro de la placa de petrifilm colocando para ello el esparcidor en el centro de la placa y realizando una suave presión en este para distribuir la muestra de manera uniforme. Transcurrido 1 minuto después de la siembra para permitir la solidificación del gel, las placas se incubaron en posición horizontal con el lado transparente hacia arriba; a 25 °C durante 5 días, se procedió a realizar el recuento y selección de colonias entre 2 días y 5 días de incubación.

$$N = \frac{\Sigma c}{V(n_1 + 0,1n_2)}$$

Σc = suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegidas;

n_1 = número de placas contadas de la primera dilución seleccionada;

n_2 = número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada;

d = dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10^2 ;

V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.

Análisis estadístico.

Todas las pruebas fueron ejecutadas por triplicado, el análisis estadístico se realizó utilizando el software INFOSTAD.

Las diferencias significativas entre las medias de las variables se determinaron mediante análisis de varianza y las pruebas de rango múltiple de TUKEY (nivel de confianza de confianza del 95%).

RESULTADOS

Cuantificación de polifenoles totales.

Se determinó el contenido total de polifenoles (CTP) empleando dos técnicas de extracción las cuales presentaron diferencia significativa ($p < 0,05$), destacando que el CTP en cáscara de papaya por el método de extracción hidroalcohólica fue superior (326,66 mg de AG/100g de extracto) en comparación al método de extracción asistida por ultrasonido (303,66 mg de AG/100g de extracto).

En semillas la mayor cantidad de polifenoles fueron obtenidas a través del mismo método, esto se debe a la polaridad del solvente de extracción etanol: agua (80:20) y a la sonicación realizada, Zamora (2017) reportó en su trabajado de investigación Evaluación de la actividad antioxidante de extractos de polifenoles obtenidos a partir de factores de desechos de frutas comercializadas en Venezuela: uso de diferentes solventes y técnicas de extracción. Que las semillas poseen grasa y las ondas de agua producidas por el ultrasonido penetran el tejido vegetal, extrayendo con más facilidad los compuestos fenólicos.

Nieto et., (2016) reportó en su investigación: Desarrollo de una metodología para la producción de concentrados de fibra dietaria de pulpa y cáscara de papaya (*Carica Papaya*), con propiedades fisicoquímicas y funcionales para la

aplicación en la industria de alimentos, valores de $344,47 \pm 57,60$ mg de AG/100 g de extracto los cuales fueron similares a los obtenidos en la presente investigación, cabe mencionar que el mejor tratamiento de extracción se utilizó en aplicación del recubrimiento para las frutas siendo este T3, mientras que T2 hace referencia a los tratamientos recubiertos con gelatina y T1 a los testigos, mismos que no fueron recubiertos.

Determinación de color.

Luminosidad

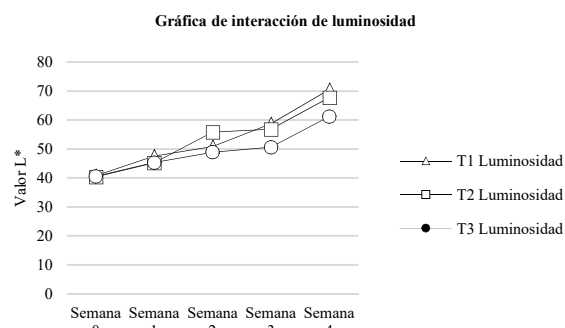


Figura 1. Gráfico de interacción de luminosidad

Coordenada A

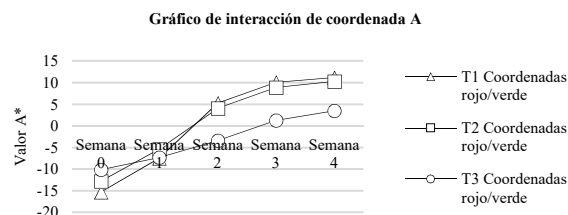


Figura 2. Gráfico de interacción de Coordenada A

Coordenada B

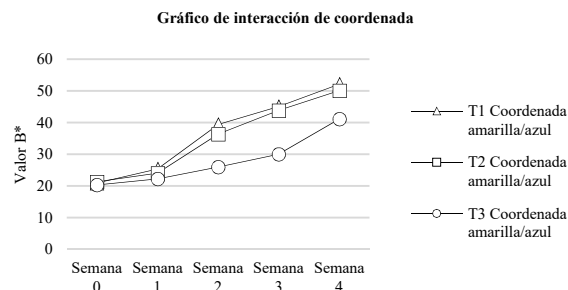


Figura 3. Gráfico de interacción de coordenada B

En lo que respecta a la evolución de las coordenadas colorimétricas CIE-L* a* b*, en la coordenada L* (luminancia), en el transcurso de la investigación, las frutas estudiadas presentaron valores menores a 88,08 a lo que hacen referencia (Camacho, *et al.*, 2012) en la investigación Determinación del color del exocarpio como indicador de desarrollo fisiológico y madurez en la guayaba pera (*Psidium guajava* cv. Guayaba pera) y (Santamaría, *et al.*, 2009) en la investigación Características de calidad de frutos de papaya en la madurez de consumo, utilizando técnicas de procesamiento digital de imágenes, esto indica que las frutas presentaron una tendencia en la piel hacia colores claros a medida que avanzó la maduración. La coordenada a* (variación de color rojo-verde), indica que los frutos evolucionaron de valores negativos cercanos a cero, por lo que la tonalidad verde se mantuvo por efecto del recubrimiento, en cambio en los tratamientos T1 Y T2 los valores se encontraron superiores que en lo que establece (Camacho, *et al.*, 2012) en la investigación Determinación del color del exocarpio como indicador de desarrollo fisiológico y madurez en la guayaba pera (*Psidium guajava* cv. Guayaba pera), utilizando técnicas de procesamiento digital de imágenes, por lo que tuvo una disminución paulatina del color verde por madurez de las frutas durante el tiempo de almacenamiento. La coordenada b* (variación del color amarillo-azul) en el T3 se observó un valor inferior sobre la tonalidad amarilla ya que, por efecto del recubrimiento, se mantuvo una tonalidad verde, en el caso de T1 y T2 presentaron incremento hacia el 51 amarillo ya que obtuvieron valores semejantes a 52,76 en lo reportado por (Camacho, *et al.*, 2012) en la investigación.

Determinación de firmeza.

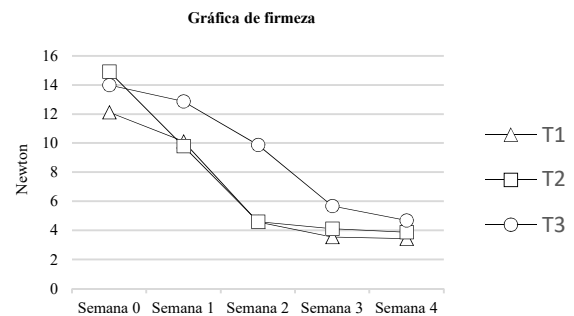


Figura 4. Gráfico de firmeza expresada en N

Se observó que todos los tratamientos perdieron firmeza durante su almacenamiento, Sacurai y Nevis (1997) exponen que, la degradación de los componentes de la pared celular, específicamente de la pectina debido a la acción de enzimas específicas tales como las pectinesterasa y la poligalacturonasas, ocasionando el ablandamiento de los frutos y por ende la pérdida de textura.

Resultados similares a los logrados en este estudio se han obtenido en otras investigaciones como la de López (2012) sobre la evaluación de dos tipos de ceras como recubrimiento de en frutos de carambola y el estudio de Valera *et al.*, (2008) que aplicó recubrimiento en mango a base de almidón y afirma que los frutos recubiertos conservaron mejor su firmeza presentando arrugamiento en la cáscara debido a las bajas temperaturas. (Vargas *et al.*, (2005). Por otro lado (Torres *et al.*, 2015) afirma en su investigación Influencia del color y estado de madurez sobre la textura de frutas tropicales (Mango, Papaya y plátano) que la papaya es un fruto isotrópico, lo que quiere decir que la estructura que esta posee es homogénea, los resultados que el mostró al igual que los expuestos en esta investigación no mostraron diferencia significativa entre los estados de madurez.

Determinación de pH.

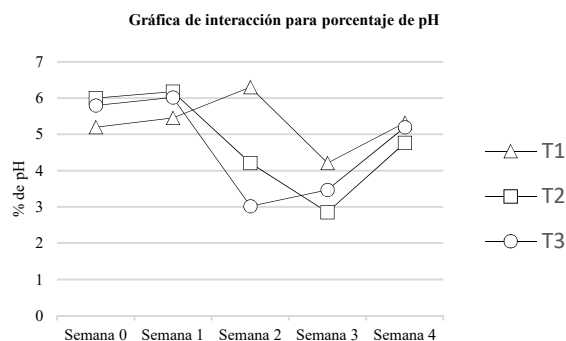


Figura 5. Gráfico de interacción para porcentaje de pH

Se presentan las medias del pH obtenidas en la prueba de comparación Tukey al 0,05 % en la que no se registró diferencia significativa entre tratamientos. Inicialmente se observó la disminución del pH en función al tiempo de almacenamiento correspondientes a la sem 1 y 2 de los tratamientos T2 y T3, destacando que el pH en T2 siguió disminuyendo hasta la sem 3. Dicha disminución se debe a que, durante la maduración de los frutos, la solubilización de los ácidos orgánicos puede influir en el aumento de la acidez de la papaya, y consecuentemente disminución del pH. Pinto *et al.*, (2006), citado por Almeida *et al.*, (2011), ostenta que el motivo del aumento de la acidez titulable junto con la disminución del pH se debe a la mayor actividad metabólica en el pico climatérico característico de la papaya, lo que llevaría a la síntesis de ácidos orgánicos de la fruta. El aumento de pH que se observó en todos los tratamientos coinciden con los resultados obtenidos en la investigación acerca la aplicación de recubrimientos comestibles a base de quitosano y gelatina en fresas almacenadas en refrigeración realizada por Han *et al.*, (2004) quienes afirmaron observar un incremento del pH en los frutos durante su almacenamiento, por otro lado Trejo, Pérez y Ramos (2007) en su investigación sobre fresas recubiertas a base de gelatina y ácido acético también reportaron haber observado un aumento

en el pH de sus frutos, es decir que la formulación aplicada del recubrimiento (T3) actuó homogéneamente en el pH de los frutos tratados.

Determinación de acidez titulable.

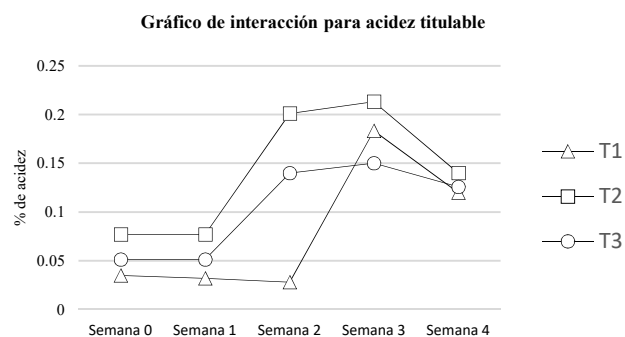


Figura 6. Gráfica de interacción de acidez titulable

En el gráfico N° 6 se observa las medidas de la prueba de significación de Tukey al 0,05 %, no encontrándose diferencia significativa entre los tratamientos. La acidez titulable de los frutos presentó valores iniciales de ácido cítrico que oscilaban entre 0,032 y 0,076 %, mismos que fueron superiores a los obtenidos por Alonso *et al.*, (2008), quienes muestran valores de acidez de papaya entre 0,0126 y 0,0041 % los cuales fueron similares al estudio de Hinojosa y Montgomery (1998) citado por Alonso *et al.*, (2008) donde se alcanzan valores de acidez total de 0,12 – 0,15 %. Se observa que, durante el tiempo de almacenamiento, la acidez incrementa en los tratamientos de la sem dos y tres, esto se debe a que, con la descomposición de la pared celular, ocurre la liberación del ácido galacturónico, que contribuye con la elevación de la acidez titulable (Balbino 1997, citado por Menéndez, 2006). La maduración observada durante el almacenamiento en la sem tres en el T1 y T2 fue acelerada. Estas reacciones que se presentan durante la maduración y senescencia del fruto pueden aumentar la acidez (Castricini, 2009: citado por Almeida *et al.*, 2011).

Todos los tratamientos mostraron el mismo comportamiento en cuanto a la acidez titulable,

presentando una disminución del nivel de acidez en la sem cuatro del almacenamiento. Esto se debe a lo mencionado por Solon *et al.*, (2005) quien afirma que la concentración de ácidos orgánicos tiende a disminuir en la mayoría de los frutos debido a la utilización de los mismos como sustrato respiratorio y como esqueletos de carbono, para la síntesis de nuevos compuestos. El T3 mostró una disminución de acidez menos drástica en comparación al T1 y T2, estos resultados de esta investigación concuerdan con la investigación de Restrepo e Iván (2010) sobre la aplicación de recubrimientos a base de gel de penca de sábila y gelatina ambos en fresas y que reportaron haber observado una disminución de acidez en sus tratamientos, además coinciden con los resultados del estudio hecho por Trejo, Pérez y Ramos (2007), sobre fresas recubiertas a base de gelatina y ácido acético en el que afirman que la acidez de los frutos disminuyó como consecuencia del tiempo de almacenamiento.

Determinación de °Brix.

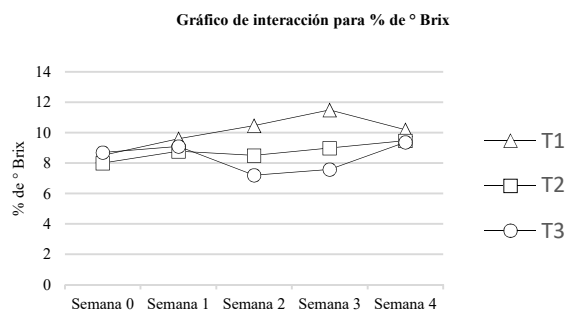


Figura 7. Gráfica de interacción de ° brix.

Representa las medias obtenidas en la prueba de comparación Tukey ($p < 0,05$), existiendo diferencia significativa en ° Brix, pudiendo deducir que inicialmente todos los tratamientos presentaron valores de 8,77 a 9 % muy cercanos a los reportados en la normativa INEN (2009) para pulpa de papaya, de 8 ° Brix. El incremento de los grados ° Brix alcanzados durante el almacenamiento en las sem uno, dos y tres en el T1

fueron cercanos a los obtenidos por Santamaría *et al.*, (2009). El cual sujeta que a medida que incrementa el estado de madurez del fruto se presentan un aumento el contenido de sólidos solubles. Destacando que la disminución de los ° brix, durante el almacenamiento de T1 (sem 4) se debe al proceso normal de senescencia de los frutos según menciona Moing *et al.*, (2001) de que puede ocurrir un descenso en los sólidos solubles debido a la constante hidrólisis durante la maduración en papaya de madurez de consumo e iguales a los que obtuvieron Fagundes y Yamanishi (2001) que oscilan entre 9,9 y 12,5 ° Brix . En lo que respecta a T2 y T3 en el gráfico N° 7 se puede observar un comportamiento similar en la disminución de los °Brix correspondientes a la sem dos, esto se debe a la menor tasa de respiración de la fruta por el efecto del recubrimiento, porque la papaya al ser una fruta con alto grado de respiración y producción de etileno logra obtener una mayor concentración de sólidos solubles.

Cabe destacar que T3 fue el mejor tratamiento ya que en el tiempo de almacenamiento existió un leve incremento de °Brix, debido a que no se inició la senescencia de la fruta durante las semanas de investigación por la acción del recubrimiento (Miranda *et al.*, 2014).

Recuento de mohos y levaduras

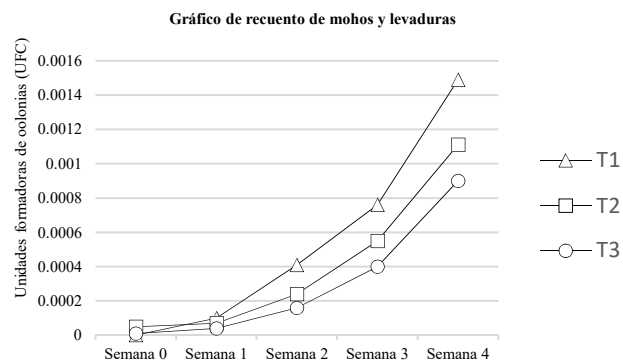


Figura 8. Gráfico de interacción para recuento de mohos y levaduras

Está representando las medias obtenidas en la prueba de comparación Tukey al 0,05 %, siendo evidente que hay diferencia estadística de las UFC de hongos entre los tratamientos, mismas que están determinadas por la mayor concentración de gelatina y compuestos fenólicos ya que con la mayor concentración de ambos elementos se consiguió menor UFC de hongos, se puede notar que a través de cada semana todos los tratamientos (T1, T2, T3) presentaron un incremento de estos microorganismos, sin embargo, en el tratamiento T3 logró una menor proliferación durante el tiempo de almacenamiento (9×10^{-4}).

Cabe mencionar que un incremento de hongos durante el almacenamiento, se debe a que los frutos poseen una flora inicial como menciona Ponluisa (2010) y es por ello que su contenido acuoso las hace susceptible al deterioro según indica Hernández (2004).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Quiñones (2014) y reporta que se observó un incremento de las UFC de hongos en relación al tiempo de almacenamiento en su estudio sobre la aplicación de un recubrimiento comestible emulsionado en mora de castilla, y difieren de los obtenidos por Pastor (2010) que afirma que en su investigación sobre la aplicación de hidroxpropilmetilcelulosa en uvas logro inhibir el desarrollo fúngico con el paso de los días.

Ceballos (2005) expone que los ácidos orgánicos presentes de manera natural en la fruta ayudan a suprimir el crecimiento bacteriano, pero no el de levaduras y hongos.

CONCLUSIONES

El contenido total de polifenoles fue superior en el extracto de cáscara de papaya obtenido por extracción hidroalcohólica. Estos niveles fueron relacionados con la alta capacidad antimicrobiana, que dicho extracto presentó frente a los mohos y levaduras. Por otro lado, el recuento de mohos y levaduras demostró un retraso en el crecimiento de

MO cuando los frutos en estudio fueron recubiertos. De manera general se observó un efecto inhibitorio más alto en los frutos recubiertos con compuestos fenólicos, a diferencia de los frutos recubiertos solo con gelatina y aquellos que estuvieron sin recubrimiento.

Los extractos de cáscara de papaya, son efectivos ante MO como mohos y levaduras, mismas que están implicadas en la contaminación de alimentos. Por lo expresado anteriormente, se considera una excelente alternativa para su aplicación en alimentos con el objetivo de extender su vida útil y asegurar la calidad microbiológica.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no existir conflicto de intereses.

REFERENCIAS

1. Almeida, Reis, Santos, Vieira y Oliveira. (2011, Enero/Junio). 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.
2. Alonso, E. M; Ramos, R. R y Torne, Q. Y. 2006. Caracterización y evaluación de los recursos genéticos de papaya (*Carica papaya* Linn). *CitriFrut* (Cuba) 23 (2): 21–25.
3. Alonso, Tornet, Aranguren, Ramos, Rodriguez y Pastor. (2008). Caracterización de los frutos de Cuatro cultivares de Papaya del grupo Solo, Introducidos en Cuba. *Revista Agronomía Costarricense* 32(2), 169-175.
4. Ayala- Zavala JF, Vega – Vega V, Rosas-Domínguez C, Palafox-Carlos H, Villa-Rodríguez, JA, Siddiqui W, Dávila-Aviña, JE, & Gonzáles- Aguilar GA. Agro-industrial, potential of exotic.
5. Dahll, R. (2016). Advances in Edible Coatings for Fresh Fruits and Vegetables: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5), 435-450, DOI: 10.1080/10408398.2010.541568
6. Fagundes G.R., Yamanishi O.K. 2001. Características físicas e químicas de frutos de moneiro do grupo “Solo” comercializados em

- quatro establecimientos de Brasília-df. Brasileira de Fruticultura 23(3):345-250.
7. Fuentes G. and J. M. Santamaría (2014) Papaya (*Carica papaya* L.): origin, domestication, and production. In: Genetics and Genomics of Papaya. Ming and P. H. Moore (eds.). Springer-Verlag. New York. pp:3-15.
 8. Galiotta, G. (2001). Formación y caracterización de películas en base a suero de leche. Tesis de Maestría en Química. pp.136.
 9. Griesser M, Weingart G, Schoedl-Hummel K, Neumann N, Becker M, Varmuza K (2015) Severe drought stress is affecting selected primary metabolites, polyphenols, and volatile metabolites in grapevine leaves (*Vitis vinifera* cv. Pinot noir). *Plant Physiol. Biochem.* Elsevier Masson SAS 88
 10. Han, C., Zhao, SW., Leonard, and MG, Traber. improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria × ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). 1. Vol. 33. 2004.
 11. Hernández, Y., Trujillo, G. *Interciencia*. Vol. 29. 2004.
 12. Hinojosa R.L., Montgomery M.W.1998. Industrialização do mamão; aspectos químicos e tecnológicos da produção de purê asséptico. In: Simpósio sobre a cultura do mamoeiro, 2., Jaboticabal, 1998. Anais. Jaboticabal, FCAV/UNESP, p. 89-110.1998.
 13. Hussam Ahmad-Qasem, M., J. Cánovas, E. Barrajón-Catalán, V. Micol, J. A. Cárcel, and J. V. García-Pérez. 2013. Kinetic and compositional study of phenolic extraction from olive leaves (var. Serrana) by using power ultrasound. *Innov. Food Sci. Emerg.* 17: 120-129.
 14. Isaza, M. (2007). Taninos o polifenoles vegetales. *Scientia et Technica*, 1(33), 13-18.
 15. J. K. c. Camacho, N. E. C. Peña y N. G. Guzmán, «Determinación del color del exocarpio como indicador de desarrollo fisiológico y madurez en la guayaba pera (*Psidium guajava* cv. Guayaba pera), utilizando técnicas de procesamiento digital de imágenes.» *Revista EIA*, vol. 10, nº 19, p. 83, 2012.
 16. Lopez. Aplicación de recubrimientos comestibles en carambola (*Averrhoa Carambola* L). Quito, 2012.
 17. Lozano, M., & Santamaria, F. (15 de marzo de 2013). uso de biofertilizantes en la producción de planta de papaya maradol. Obtenido de <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3757/4114%20Uso%20de%20biofertilizantes%20en%20la%20produccion%20de%20papaya%20maradol.pdf?sequence=1>
 18. MAG. (2018). Papaya ecuatoriana llegará por primera vez a Estados Unidos. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/papaya-ecuatoriana-llegara-por-primera-vez-a-estados-unidos/>
 19. Maritza Marcela Martínez Anaya1, J. C. Q. P. (2017). Estado actual de los desperdicios de frutas y verduras en Colombia Current status of fruit and vegetable residues in Colombia . 194–201.
 20. Meléndez Martínez, A.V. (2007). Pigmentos carotenoides: consideraciones estructurales y fisicoquímicas. *Archivo Latinoamericanos de Nutrición*, 57(2), 109-117.
 21. Menéndez, O., y otros 5 autores, Cambios en la actividad de α -amilasa, pectinmetilesterasa y poligalacturonasa durante la maduración del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpadegener*), *Interciencia*, 31(10), 728-733 (2006)
 22. Miranda S.P., Fagundes., Filho J.A., De Moraes A., De Lima L., Yamanishi O. 2020. Características físicas e químicas de mamões dos grupos “Solo” e “Formosa” Cultivados en Brasília-DF In: XVII Congreso Brasileiro de Fruticultura, 18-22 nov,2002, Belén-Pará. Brasil.
 23. Moing, A., C. Renaud., M. Gaudillere., P. Raymond., P. Roudeillac., and B. Denoyes-Rothan. Biochemica Changes during fruit development of four strawberry cultivars. . Vol. 126. *Journal Of the American Society For Horticultural Science*, 2001.
 24. Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 380). Vegetales Determinación de sólidos solubles. Método Refractométrico. 1985 (039).
 25. Osuna, L. T. (2005). Plantas medicinales de la medicina tradicional mexicana para tratar afecciones gastrointestinales. Barcelona: Universitat de Barcelona. Pág.:74-76
 26. Otero, O. (2019). Desarrollo y caracterización de recubrimientos comestibles

- antimicrobianos para la conservación de productos derivados de la pesca.
27. Parniakov O, Barba FJ, Grimi N, LebovKa N, & Vorobiev E. Impact of pulsed electric fields and high voltage electrical discharges on extraction of high-added value compounds from papaya peels. . *Biocología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11 (1), 10-18.
 28. Pastor, Navarro, Clara. Recubrimientos comestibles a base de hidroxipropilmetilcelulosa. Valencia, 2010.
 29. Pinto, Luciana Konda de Azevedo, Meire Lelis Leal Martins, Eder Dutra de Resende, Robson Ferreira deAlmeida, and Letizia e Pereira, Sílvia Menezes de Faria. Vitorazi. Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade domamão armazenado sob refrigeração. 4. Vol. 26. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2006.
 30. Ponluisa, Quispe, Santiago, Danilo. Efecto De La Aplicación De Tratamientos De Desinfección Utilizando Tsunami 100 Y Vitalin, En La Calidad Microbiológica De Fresa (Fragaria Ananassa) Variedades Albión Y Diamante Producidas En El Cantón Cevallos. Ambato, 2010.
 31. Pro-Ecuador. (2015). Análisis Sectorial Papaya. Ecuador: Pro-Ecuador; Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones
 32. Quiñones, Guarnizo, Alexa, Patricia. Efecto de recubrimientos comestibles emulsionados sobre atributos de calidad fisicoquímicos, nutraceuticosmicrobiológicos y sensoriales de mora de castilla en almacenamiento (Rubus Glaucus Benth). 2014.
 33. Ramos-García, M. L., Bautista-Baños, S., Barrera-Necha, L. (2010). Compuestos antimicro-bianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutíco-las. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 28 (1), 44 – 57.
 34. Restrepo, F Jorge I., y D Aristizábal T. Iván. 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 carnauba. Medellín: Colombia, 2010.
 35. Sacurai, N., y D,J Nevis. RELATIONSHIP BETWEEN FUITS SOFTENING AND WALL POLYSACCHARIDES IN AVOCADO (PERSEA AMERICANA MILL) MESOCARP TISSUES PLANT CELL PHYSIOLOGY. Vol. 38. 1997.
 36. Santa María Basulto Felipe et al. Características de calidad de frutos de papaya maradol en la madurez de consumo. *Agric. Téc. Méx* [online]. 2009, vol.35, n.3, pp.347-353. ISSN 0568-2517.
 37. Solon, N.K., J. B. Menezes., M.K.M. Medeiros., E.M.M. Aroucha., and M. De O. Mendes. Conservacao Pos-colheita Do Mamao Formosa Produzido No Vale Do Assu Sob Atmosfera Modificada. Caatinga, Mossoro. 2. Vol. 18. 2005.
 38. Sultana, B.; Anwar, F.; Ashraf, M. 2009. Effect off extraction solvent/technique on the antioxidant activitv of Selected Medicinal Plant Extracts. *Molecules* 14(8): 2167.2180.
 39. Trejo, Márquez Andrea., Guillén C. Pérez, y López K A. Ramos. Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa (Fragaria Vesca L.) almacenada en refrigeración. V Congreso Iberoamericano de Tecnología, 2007.
 40. Valenzuela V., C., & Pérez M., P. (2016). Actualización en el uso de antioxidantes naturales derivados de frutas y verduras para prolongar la vida útil de la carne y productos cárneos. *Revista Chilena de Nutricion*, 43(2), 188–195. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000200012>
 41. Valera, A, W Materano, M. Maffei, I. Quintero, Zambrano, and J. Uso de recubrimientos comestibles y baja temperatura para mantener la calidad de frutos de mango ‘Bocado’ durante el almacenamiento. 2008.
 42. Vargas y Vargas, M.L.; Centurión Yah, A.; Tamayo Cortéz, J.; Saury Duch,E. Efecto de almacenamiento a bajar temperaturas sobre la calidad del chicozapote (Achras sapota) *Revista Iberoamericana de Tecnología de Postcosecha*, Vol. 7, Núm. 1, Julio 2005, pp.14-23 Asociación Iberoamericana de Tecnología de Postcosecha, S.C.
 43. Vásconez, M., Flores, S., Campos, C., Alvarado, J., Gerschenson, L. (2009). Antimicrobial activity and physical properties of chitosan–tapioca starch based edible films and coatings. *Food Research International*. 42, 762 – 769.

44. Vega, M. (2001). Etnobotánica de la Amazonia peruana, 1ra Ed. Quito: Abya Ayala. Pág.:73-74
45. Zamora, B. 2017. Evaluación de la actividad antioxidante de extractos de polifenoles obtenidos a partir de factores de desechos de frutas comercializadas en Venezuela: uso de diferentes solventes y técnicas de extracción. Tesis. Ingeniería Química. Universidad central de Venezuela. Caracas-Venezuela. p 70-73.
46. Nieto Calvache J, Cueto M, Farroni A, Escalada M, Gerschenson LN. Antioxidant characterization of new dietary fiber concentrates from papaya pulp and peel (*Carica papaya* L.). *Journal of Functional Foods*. 2016; 27: 319–328.
47. Morais D, Rotta E, Sargi S, Schmidt E, Guntendorfer Bonafe E, Eberlin M, Sawaya A, Visentainer J. Antioxidant activity, phenolics and UPLC–ESI (–)–MS of extracts from different tropical fruits parts and processed peels. *Food Research International*. 2015; 8 (36): 1-8.
48. Faller A, Fialho E. Polyphenol content and antioxidant capacity in organic and conventional plant foods. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2010; 23: 561–568.
49. Torres R, Everaldo, Pérez O, Andrade R. (2015) Influencia del color y estado de madurez sobre la textura de frutas tropicales (Mango, Papaya y plátano). Colombia DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000300008>



Mexican Academy of Health Education A.C.

Membership: Our commitment is to keep professionals and students in training updated in this constantly evolving area. If you are interested in being part of our community and accessing exclusive benefits, the first step is to obtain your membership. Join us and stay up to date with advances in health education.

MEMBERSHIP SUBSCRIPTION IS FREE.
Request your membership to the
<https://forms.gle/kVYBYRdRnYZff14y9>

