

## Aplicación de un recubrimiento comestible a base de mucílago de nopal para la conservación de guayaba

### Application of an edible coating based on nopal mucilage for the preservation of guava

Manuel Enrique Fernández Paredes<sup>1</sup> ([manuel.fernandez@utc.edu.ec](mailto:manuel.fernandez@utc.edu.ec)) (<https://orcid.org/0000-0003-0692-6499>).

Gabriela Beatriz Arias Palma<sup>2</sup> ([gabriela.arias@utc.edu.ec](mailto:gabriela.arias@utc.edu.ec)) (<https://orcid.org/0000-0003-2648-7999>).

María Eulalia Taco Sánchez<sup>3</sup> ([ulaliataco@gmail.com](mailto:ulaliataco@gmail.com)) (<https://orcid.org/0000-0001-5331-8926>)

#### Resumen

Los consumidores orientan su interés hacia productos naturales, sanos, nutritivos, saludables. Esto ha motivado al desarrollo investigaciones y recubrimientos comestibles aplicados a productos hortofrutícolas, como una alternativa para cubrir estas necesidades. La finalidad de esta investigación es demostrar que la utilización de recubrimientos comestibles ayuda a la conservación y calidad de la guayaba. Para cumplir con el objetivo planteado se evaluaron seis tratamientos con un control, tres formulaciones de mucílago de nopal más aceite esencial de tomillo (100% mucílago, 99.5% mucílago + 0.5% aceite esencial, 99% de mucílago + 1 % de aceite esencial), a dos tiempos de inmersión (60 y 30 S). Las variables consideradas fueron acidez titulable, pH, sólidos solubles, pérdida de peso, y la determinación de la presencia de microorganismos. El mejor tratamiento fue a2b1 (99% mucílago + 1% aceite esencial de tomillo), debido a que conservó la mayor cantidad de propiedades del fruto durante el experimento. La variable respuesta considerada de gran significancia es el peso, que se registró diariamente durante 10 días, en este parámetro físico el mejor tratamiento fue a2b1 (99.5% de mucílago + 1 % de aceite esencial de tomillo) por 30 segundos.

**Palabras clave:** recubrimiento, mucílago, aceite esencial

#### Abstract

<sup>1</sup> Magíster. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador.

<sup>2</sup> Magíster. Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador.

<sup>3</sup> Docente. Centro de Capacitación Efisec. Ecuador.

Consumers are interested in natural, healthy, nutritious and wholesome products. This has motivated the development of research and edible coatings applied to fruit and vegetable products as an alternative to meet these needs. The purpose of this research is to demonstrate that the use of edible coatings helps the preservation and quality of guava. To meet the objective, six treatments were evaluated with a control, three formulations of nopal mucilage plus thyme essential oil (100% mucilage, 99.5% mucilage + 0.5% essential oil, 99% mucilage + 1% essential oil), at two immersion times (60 and 30 S). The variables considered were titratable acidity, pH, soluble solids, weight loss, and determination of the presence of microorganisms. The best treatment was a2b1 (99% mucilage + 1% thyme essential oil), because it preserved the greatest amount of fruit properties during the experiment. The response variable considered to be of great significance is weight, which was recorded daily for 10 days. In this physical parameter, the best treatment was a2b1 (99.5% mucilage + 1% thyme essential oil) for 30 seconds.

**Key words:** coating, mucilage, essential oil

## Introducción

La guayaba (*Psidium guajava* L) es originaria de zonas tropicales y subtropicales. Entre los países con mayor producción comercial en el mundo se destacan: Indonesia, Tailandia, Egipto, Brasil, Venezuela, Sudáfrica, India, Filipinas, Australia, y Estados Unidos. En el Ecuador, las zonas que tienen mayor producción son Santa Clara, Mera, Pastaza y Baños, ubicadas en las provincias de Pastaza y Tungurahua, respectivamente (García-Mera, Salas-Macía & Canales-Torres, 2017).

La guayaba es considerada una fruta climatérica, por lo que debe ser cosechada en un estado de madurez fisiológica adecuada. Una vez desprendida del árbol, experimenta un incremento en la actividad respiratoria y en la producción de etileno, alcanzando su valor máximo cuando el fruto está completamente maduro, y disminuyendo durante la senescencia (García, 2013). Esta actividad se debe a que los tejidos continúan respirando después de la cosecha y los azúcares sufren cambios que finalizan en la producción de CO<sub>2</sub> y agua (González, Cervantes & Caraballo, 2016).

La guayaba es altamente perecedera, ya que, al ser cosechada, el proceso de respiración continua, por lo que su comercialización como fruta fresca presenta muchas dificultades. Cuando alcanza su estado de madurez comercial es muy frágil y se deteriora muy fácilmente provocado por daños mecánicos, es por eso que la mejor alternativa es su industrialización.

Por lo mencionado, es necesario investigar tecnologías que permitan prolongar el tiempo de conservación y mantener la calidad del fruto, considerando la actividad respiratoria poscosecha. Una alternativa son los recubrimientos comestibles naturales, que permiten disminuir parcialmente los procesos respiratorios de la fruta, retardando la maduración, sin alterar las características organolépticas y propiedades nutricionales.

Los recubrimientos comestibles tienen la propiedad de permeabilidad, al controlar la transferencia de humedad, gases, y compuestos volátiles, demostrando su efectividad para mantener la calidad de los alimentos y prolongando el tiempo de conservación. Una de las características importantes que tienen los recubrimientos es que permiten la incorporación de ingredientes antibacterianos como los aceites esenciales (Orrego, Giraldo, González, Ocampo & Parra, 2016).

El presente artículo tiene como objetivo evaluar los efectos de la aplicación de un recubrimiento comestible natural utilizando como insumo principal el mucílago de nopal (biodegradable) adicionado aceite esencial de tomillo en frutas de guayaba, con la finalidad de evaluar el mantenimiento de sus características fisicoquímicas durante los procesos de poscosecha.

## Resultados y discusión

En la tabla 1 se reportan los valores promedios con respecto al tamaño de 20 guayabas, determinados el día de la cosecha y los requisitos de clasificación de la norma NTE INEN 1911:2015. Por su parte, la tabla 2 presenta la caracterización del gel mucilaginoso de nopal empleado.

Tabla 1. Valores de diámetro y peso de la guayaba blanca, determinados el día de la cosecha, según los requisitos de la norma INEN 1911:2015.

Parámetros	Valores	Norma INEN	
		Requisitos	Tamaño
Diámetro (mm)	47,2 7	>50	Mediana
Masa (g)	52,8 2	m>50	Mediana

Fuente: elaboración propia

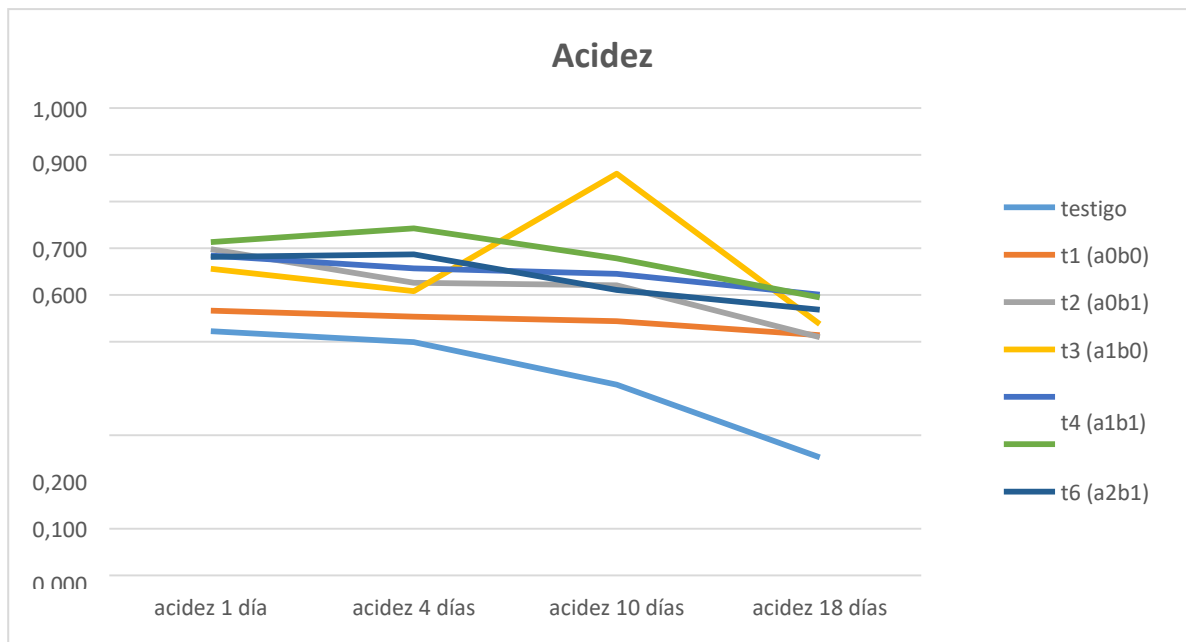
Tabla 2. Caracterización del gel mucilaginoso de nopal

Viscosidad (cst)	°Brix	pH	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Turbidez NTU
1085.2	0.65	6.4	1030	6.29

Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar en el gráfico 1, la valoración de la acidez titulable se mantiene estable de la tendencia entre los valores obtenidos durante el tiempo de almacenamiento, así como la interacción y el efecto individual de los recubrimientos comestibles y los tiempos de inmersión, a excepción de donde el tratamiento sin recubrimiento tiene una disminución hasta un valor de 0.25 comparado con los tratamientos que poseen recubrimiento que se mantienen con valores superiores. Esto coincide con la investigación de Godínez, Chávez, Barrientos & Cano (2001), en la cual se demuestra que la acidez en la fruta disminuye por la degradación de los ácidos orgánicos.

Gráfico 1. Acidez titulable (% de ácido cítrico)



Fuente: elaboración propia

En la tabla 2 se exhibe el análisis de varianza que presenta diferencias significativas entre los tratamientos por medio de la comparación de medias de Tukey. Se observan dos rangos de significación para los días de almacenamiento de la fruta, las propiedades de acidez se mantienen hasta los cuatro días de almacenamiento, luego, se observa un descenso disminuyendo la calidad de la fruta. El aplicar mucílago es una buena práctica para conservar las propiedades de la guayaba, como se evidencia en la tabla, en el primer rango de significación con un promedio de 0.58 corresponde al tratamiento (a0- 100% mucílago), siendo mejor que los otros niveles de recubrimiento que utilizan el aceite de la esencial de tomillo que se ubicaron en el segundo rango con un valor de 0.66.

En cuanto al tiempo de inmersión, no se hallaron diferencias estadísticas y tampoco de promedios, por lo que se indica que el tiempo de inmersión no influye en las características de acidez de la fruta.

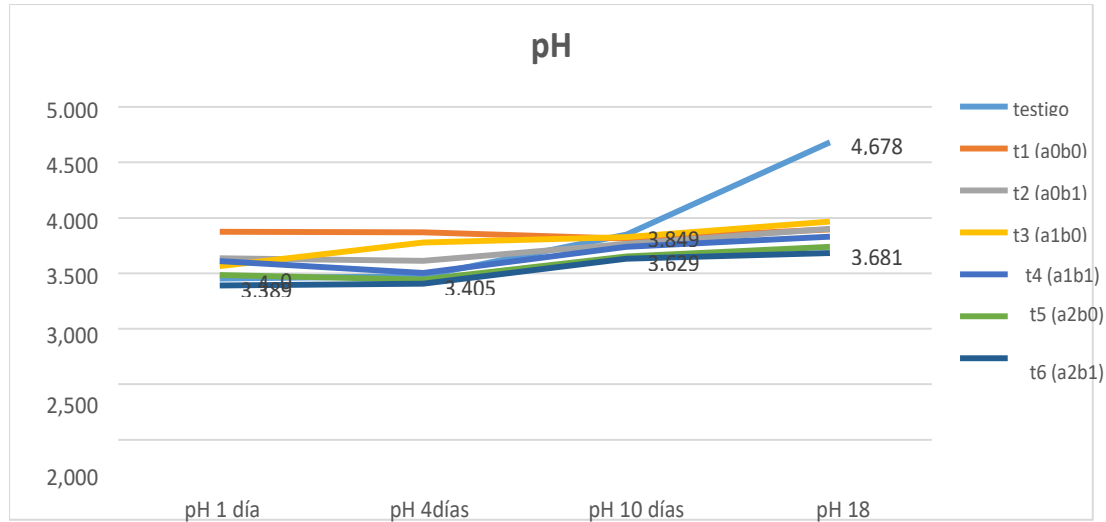
Tabla 2. Acidez titulable durante el almacenamiento de guayaba, con el uso de recubrimientos y tiempos de inmersión.

DÍAS DE ALMACENAMIENTO		RECUBRIMIENTOS	TIEMPO DE INMERSIÓN	
1 día	0.67 B	a0 100 % mucílago	0.58 A	b0 30 s 0.63
4 días	0.65 A	a1 99,5% mucílago + 0,5% aceite esencial del tomillo	0.66 B	b1 60 s 0.63
8 días	0.67 B	a2 99% mucílago + 1% aceite esencial del tomillo	0.66 B	
10 días	0.67 B			

Fuente: elaboración propia

Como se observa en el gráfico 2, el pH se mantuvo sin variación progresiva durante los diez días de almacenamiento. A partir del día 18, se observa un acenso representativo, específicamente en el tratamiento (sin recubrimiento comestible) con un valor máximo promedio de 4.68 comparado con los tratamientos con recubrimiento comestible donde el pH más bajo 3.739 con un incremento de 0.255 desde el inicio hasta al final del almacenamiento, que corresponde al tratamiento (99.5% de mucílago+ 0.5% de aceite esencial de tomillo) durante 30 segundos de inmersión, por lo que es considerado como el mejor tratamiento.

Gráfico 2. pH durante el almacenamiento de guayaba, con el uso de recubrimientos y tiempos de inmersión.



Fuente: elaboración propia

En la tabla 3, el pH se mantiene constante entre los diferentes tratamientos independientemente del tiempo. Se encontraron diferencias significativas en el día 10 tanto en la guayaba control como en las guayabas con recubrimiento comestible por aumento con respecto al tiempo de almacenamiento, el pH aumenta independientemente de los recubrimientos comestibles que se utilice.

El tratamiento con mucílago al 99% + el 1% de aceite esencial de tornillo presenta el mejor desempeño en la conservación del pH en función del tiempo, que para el caso alcanzó un promedio de 3.55 unidades de pH, y por lo tanto, se ubicó en el primer rango de significación, en relación con (ao) 100% mucílago, que con 3.8 unidades de pH se ubicó como el nivel de recubrimientos más alto; y por ende, como el nivel de menor desempeño, lo que corrobora en la investigación realizada que es viable el uso de aloe vera como recubrimiento de frutas, tal y como ocurrió en la investigación realizada por García (2013).

En los tiempos de inmersión no se observaron diferencias estadísticas, sin embargo, el sumergir por más tiempo en la solución de recubrimiento, a las frutas de guayaba, ayudan a mantener sus características de pH, ya que a los 60 segundos de inmersión el pH alcanzó un promedio de 3.64 unidades.

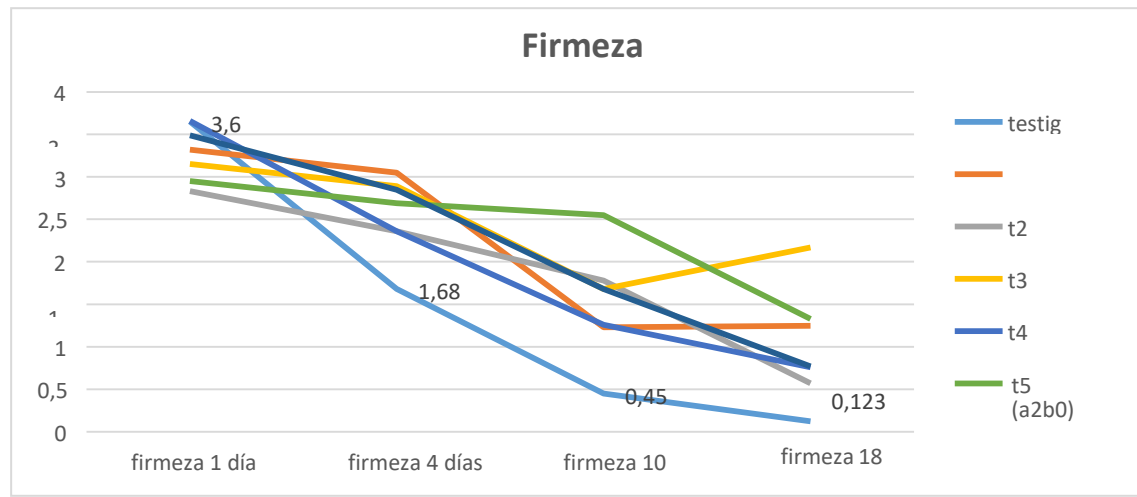
Tabla 3. pH durante el almacenamiento de guayaba, con el uso de recubrimientos y tiempos de inmersión.

DÍAS DE ALMACENA MIENTO	RECUBRIMIENTOS	TIEMPO DE INMERSIÓN
1 día	3.59 A a0 100 % mucílago a1 99,5% mucílago + 0,5% aceite esencia del tomillo	3.8 B b0 30 s
4 días	3.6 A a2 99% mucílago + 1% aceite esencia del tomillo	3.69 A b1 60 s
8 días	3.69 B	3.55 A
10 días	3.84 B	

Fuente: elaboración propia

El gráfico 3 muestra cómo la firmeza del fruto de guayaba disminuye conforme transcurren los días de almacenamiento. El período de almacenamiento de las frutas influye de forma determinante en todos los tratamientos, especialmente, en el tratamiento (sin recubrimiento) en el día 18 el valor de la firmeza es de 0.123 N, siendo el más bajo en comparación con los otros tratamientos que también sufrieron disminución en su firmeza. De forma parcial se puede decir que, la aplicación de diferentes recubrimientos aplicados en diferentes tiempos de inmersión ayuda a mantener firme el fruto de la guayaba.

Gráfico 3. Firmeza del fruto durante el almacenamiento de guayaba, con el uso de recubrimientos y tiempos de inmersión.



Fuente: elaboración propia

En la tabla 4 se detallan los resultados obtenidos durante los diferentes días de almacenamiento de la fruta. La firmeza se va perdiendo conforme va pasando el tiempo, en el día uno hay un promedio de firmeza de 3.24 unidades, en relación con los 18 días donde la firmeza del fruto es baja, con apenas 1.14 unidades.

Para los recubrimientos no se observaron diferencias estadísticas entre los diferentes niveles del factor en estudio. El mejor promedio en un rango muy pequeño fue el nivel a2 (a2 99% mucílago + 1% aceite esencia del tomillo) con 2.14 unidades, en relación con el promedio cuando solo se usa mucílago a0 (100% mucílago) que alcanzó 2.05 unidades.

En lo referente al factor tiempo de inmersión de frutos de guayaba en las diferentes soluciones de recubrimiento, se observaron diferencias significativas; el tiempo más idóneo para conservar frutos de guayaba es el b0 (30 s), nivel que se ubicó en el primer rango con un promedio de 2.35 unidades de firmeza de fruto.

A lo largo del periodo de almacenamiento, la firmeza en las guayabas disminuyó. Las guayabas control presentan una reducción significativa de la dureza que alcanzó un promedio de 1,52% a los 10 días de almacenamiento, independientemente del tratamiento.

Estadísticamente, entre los tratamientos no se registraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), fluctuando entre 2,05% a 2,321%. Otros autores señalan que la firmeza de la guayaba, disminuye con el avance del periodo poscosecha (Orrego, Giraldo, González, Ocampo & Parra, 2016).

Tabla 4. Firmeza durante el almacenamiento de guayaba, con el uso de recubrimientos y tiempos de inmersión.

DÍAS DE ALMACENAMIENTO		RECUBRIMIENTOS		TIEMPO DE INMERSIÓN	
1 día	3.24 A	a0 (100 % mucílago)	2.05	b0 30 s	2.35 <sup>a</sup>
4 días	2.7 B	a1 (99,5% mucílago + 0,5% aceite esencia del tomillo)	2.24	b1 60 s	2.04B
8 días	1.72C	a2 (99% mucílago + 1% aceite esencia del tomillo)	2.31		
10 días	1.14D				

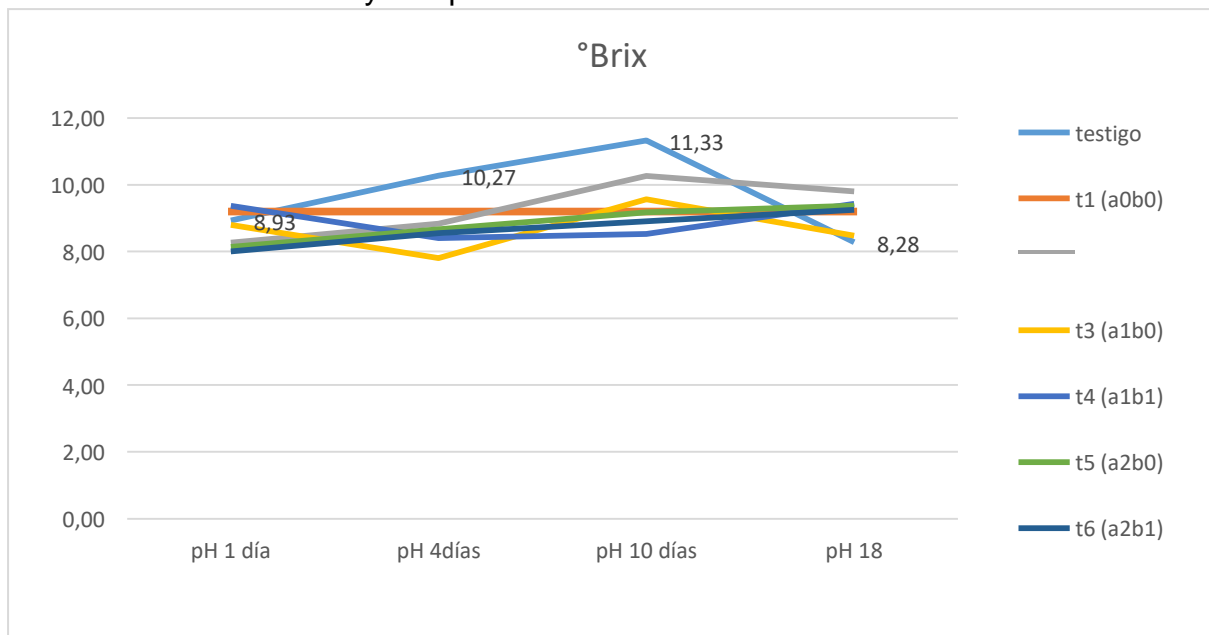
Fuente: elaboración propia



Como se muestra en el gráfico 4, los sólidos solubles totales se mantuvieron relativamente normales en la aplicación de los diversos tratamientos durante los diferentes días de almacenamiento. Se pudo apreciar que el tratamiento que presentó más variación e incremento de °Brix fue el testigo que al final del experimento alcanzó un promedio de 9,7 grados brix en promedio y terminando con un valor de 8.28°Brix, por lo tanto, se ubicó en el último rango de significación.

El tratamiento a2b1 (99% mucílago + 1% aceite esencia del tomillo + b1 60 s) fue el de mejor desempeño para la variable concentración de sólidos solubles que obtuvo el mejor promedio con 7.83 °Brix, y por lo tanto, encabezó el primer rango de significación a los 10 días de almacenamiento.

Gráfico 4. Sólidos solubles (°Brix) del fruto durante el almacenamiento de guayaba, con el uso de recubrimientos y tiempos de inmersión.



Fuente: elaboración propia

En la tabla 5 se observa que los días de almacenamiento influyen en la calidad del fruto en la concentración de sólidos solubles. El mejor período de almacenamiento fue a los 4 días donde se alcanzó un promedio de 8.64°Brix, en relación con los diez días de almacenamiento que alcanzaron valores superiores de 9.09 °Brix, haciendo notar que conforme pasan los días de almacenamiento se pierde la calidad de la fruta por la excesiva cantidad de sólidos solubles, dificultando la conservación de los frutos de guayaba (Rodríguez-González, Martínez-Flores, Órnelas-Nuñez & Garnica-Romo, 2009).

El recubrimiento que logra conservar de mejor manera los frutos de guayaba es el a2 (a2 99% mucílago + 1% aceite esencia del tomillo) con un promedio de 8.56 °Brix, y por

lo tanto, se ubicó en el primer rango de significación, en relación con el nivel a0 (100% mucílago), el cual tuvo un promedio de 9.19 ° Brix y se ubicó en el último rango.

Para el tiempo de inmersión en las soluciones de recubrimiento no se encontraron diferencias estadísticas, pero se puede identificar una diferencia de promedios donde el más bajo se encontró en el nivel b1 (60 segundos de inmersión), con un promedio de 8.83 °Brix.

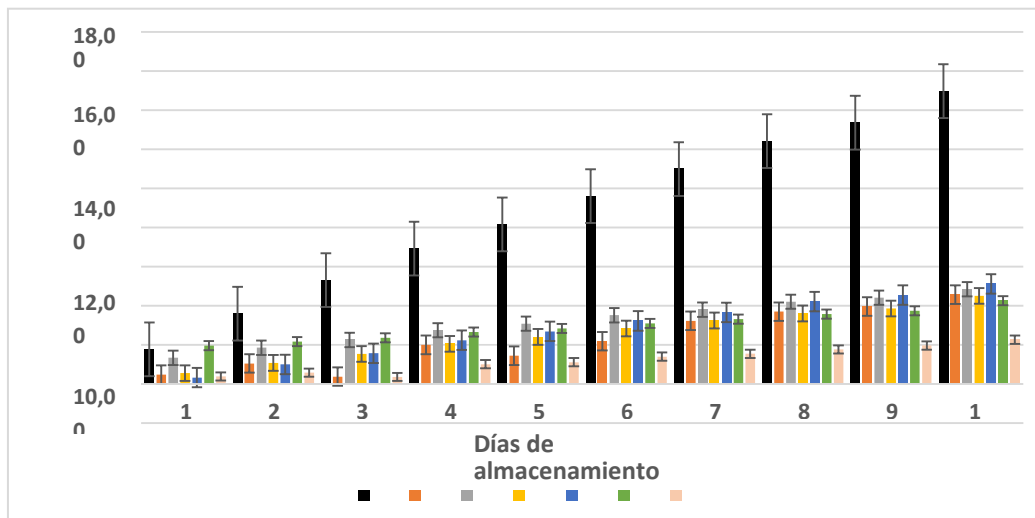
Tabla 5. °Brix del fruto durante el almacenamiento de guayaba, con el uso de recubrimientos y tiempos de inmersión.

DÍAS DE ALMACENAMIENTO		RECUBRIMIENTOS		TIEMPO DE INMERSIÓN	
1 día	8.65	a0 100 % mucílago	9.19 C	b0 30 s	8.89
4 días	8.6A	a1 99,5% mucílago + 0,5% aceite esencia del tomillo	8.83 B	b1 60 s	8.83
8 días	9.06 B	a2 99% mucílago + 1% aceite esencia del tomillo	8.56 A		
18 días	9.09 B				

Fuente: elaboración propia

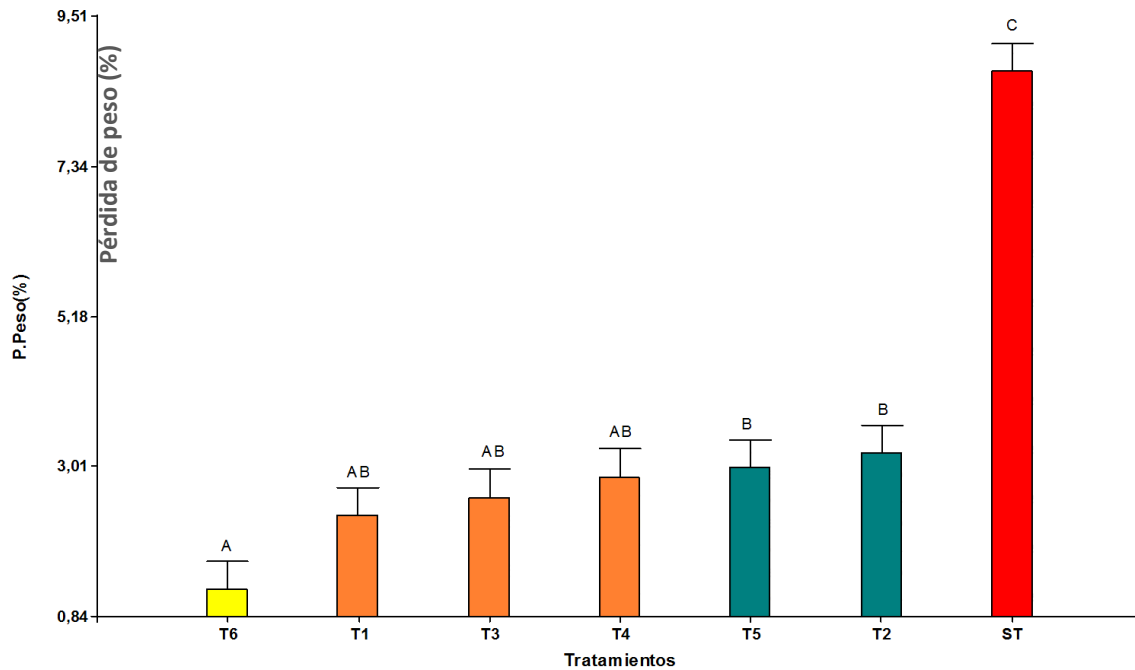
La pérdida de peso de las guayabas control y con recubrimientos comestibles en almacenamiento al ambiente se muestra en los gráficos 5 y 6.

Gráfico 5. Comportamiento de la humedad durante el almacenamiento de guayaba control y guayaba tratada con recubrimientos comestibles y tiempos de inmersión.



Fuente: elaboración propia

Gráfico 6. Comportamiento de la pérdida de peso (%) durante el almacenamiento de guayaba control y guayaba tratada con recubrimientos comestibles y tiempos de inmersión.



Fuente: elaboración propia

Los resultados se expresan como la media de 3 réplicas, y las barras de error representan el intervalo de confianza del 95 % de la media. Las letras mayúsculas diferentes indican, para cada tratamiento, diferencias significativas entre los días de evaluación. Las letras minúsculas diferentes indican para cada día, diferencias significativas entre los tratamientos.

T1 (100% de mucílago), 30 segundos de inmersión

T2 (100% de mucílago), 60 segundos de inmersión

T3 (99.5% de mucílago, 0.5% de aceite esencial de tomillo), 30 segundos de inmersión

T4 (99.5% de mucílago, 0.5% de aceite esencial de tomillo), 60 segundos de inmersión

T5 (99% de mucílago, 1 % de aceite esencial de tomillo), 30 segundos de inmersión

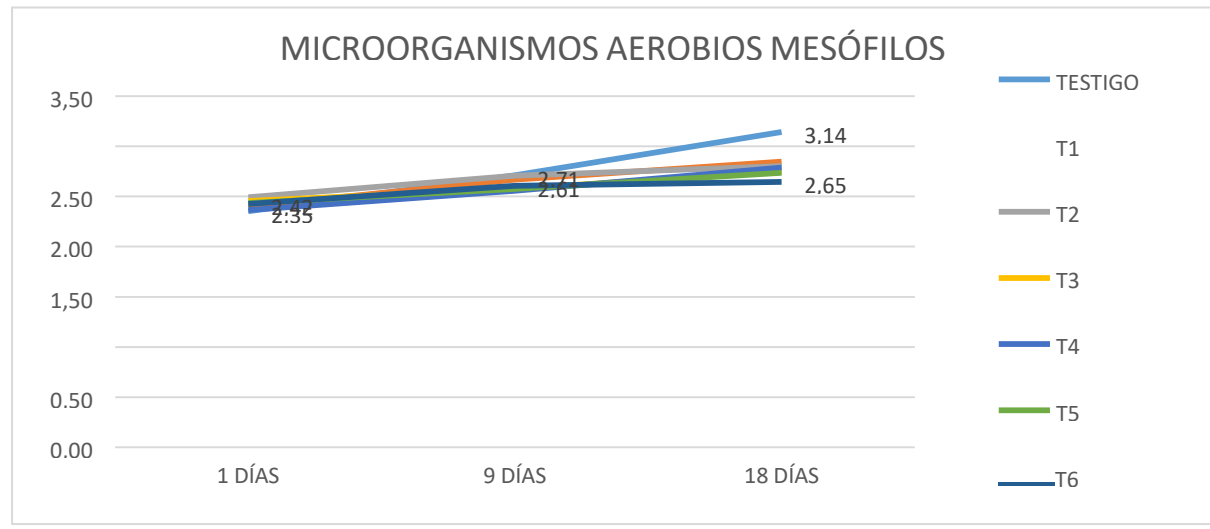
T6 (99% de mucílago, 1 % de aceite esencial de tomillo), 60 segundos de inmersión ST Control.

Las frutas pierden agua por los procesos de transpiración y respiración que no se detienen después de la cosecha. La finalidad de los recubrimientos comestibles en frutas es disminuir la pérdida de agua, retrasar la decadencia, transmitir brillo y mantener el color, permitiendo así una mejor calidad.

Es muy claro que todas las guayabas presentaron una pérdida de peso progresiva con el tiempo de almacenamiento, siendo muy notoria en las guayabas sin recubrimiento (gráfico 6). El análisis estadístico indicó pérdida similar en el grupo de tratamientos T1, T3 y T4, en el T5 y T2 a diferencia de T6 que evidencia las pérdidas de peso más bajas en tanto que el tratamiento control es el que tiene las pérdidas de peso más altas (gráfico 5). El recubrimiento se relacionó con los cambios en la calidad comercial y de consumo, usualmente comercializada para este rubro (Restrepo y Aristizabal, 2010).

En el gráfico 7 se observa que la aplicación de recubrimientos para mantener la calidad de la fruta es importante, porque reduce la actividad microbiana, el tratamiento testigo presenta mayor cantidad de colonias de bacterias en relación con los demás tratamientos. El recubrimiento a2 (99% mucílago + 1% aceite esencia del tomillo) fue el mejor, ya que alcanzó el promedio más bajo con 2.57 log UFC/g de microorganismos aerobios. El tratamiento de mejor desempeño en relación con el tiempo de almacenamiento fue el tratamiento t6 (a2b, 99% mucílago + 1% aceite esencia del tomillo sumergido a 60 segundos) el cual tuvo una evolución de 2.35 log UFC/g al primer día, llegando al final del experimento a 2.65 log UFC/g, es decir, superior al tratamiento testigo que culminó en log UFC/g de microorganismos aerobios.

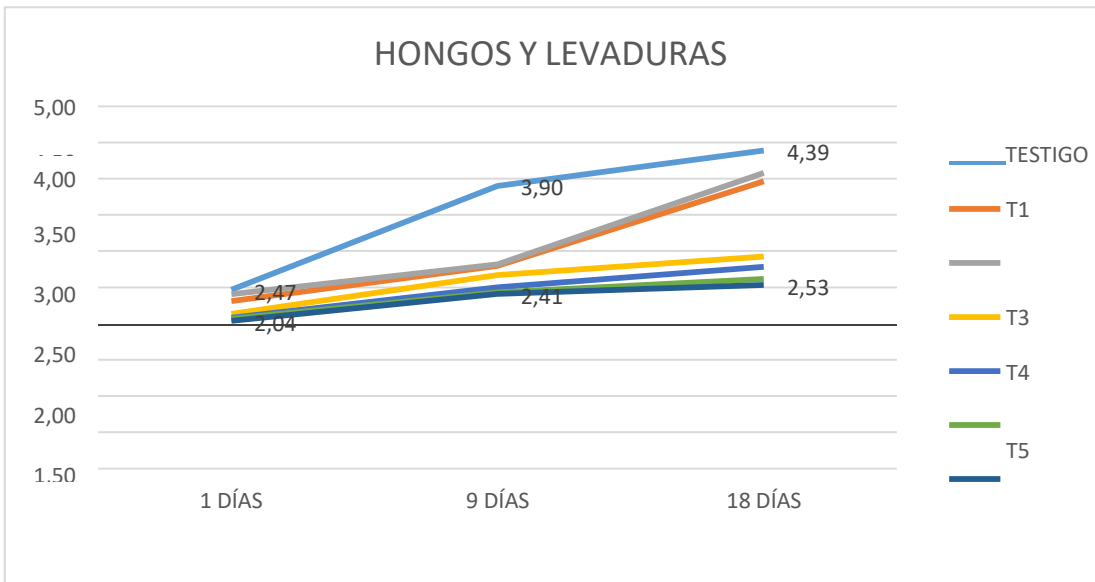
Gráfico 7. Microorganismos aerobios en el almacenamiento de guayaba, con el uso de recubrimientos y tiempos de inmersión. Expresado log UFC/g



Fuente: elaboración propia

Como se aprecia en el gráfico 8, el comportamiento de los microorganismos es similar tanto en microorganismos aerobios mesófilos como la presencia de hongos y levaduras, así el tratamiento testigo fue el más afectado encontrando valores al final del ensayo, con un promedio de 4.39 log UFC/g, en relación con el tratamiento T6 a2b1 (99% mucílago + 1% aceite esencia del tomillo, en inmersión a los 60 segundos), el cual alcanzó el mejor promedio con 2.53 log UFC/g. Se demostró que los usos de recubrimientos más la incorporación de aceite esencial de tomillo ayudan a mantener la calidad de la fruta en el aspecto de la inhibición de la actividad microbiológica alargando la vida útil del fruto (Velázquez-Moreira y Guerrero, 2018).

Figura 8. Hongos y levaduras en el almacenamiento de guayaba, con el uso de recubrimientos y tiempos de inmersión. Expresado en log (UFC/g)



Fuente: elaboración propia

### Conclusiones

El tratamiento que conservó la mayor cantidad de propiedades del fruto durante el experimento y mantuvo la calidad general fue el tratamiento a2 (99% mucílago + 1% aceite esencia del tomillo).

Se evidenció que la aplicación de recubrimientos formulados con mucílago de nopal suplementados con aceite esencial de tomillo ayuda a la conservación de las características fisicoquímicas de *P. guajava*; así se tiene que en el parámetro acidez el valor óptimo se obtuvo con a0 (100% mucílago) con un promedio de 0.58, en el pH el recubrimiento a2 (99% mucílago + 1% aceite esencial de tomillo) conserva mejor la guayaba, con un valor de 3.55. El tratamiento a2b1 (99% mucílago + 1% aceite esencial

del tomillo + b1 60 s) fue el de mejor desempeño para la variable concentración de sólidos solubles que obtuvo el mejor promedio con 7.83 °Brix, y por lo tanto, encabezó el primer rango de significación a los 18 días de almacenamiento.

El mejor tiempo de inmersión fue b0 (30 segundos) con el mejor promedio de 2.35 unidades de firmeza.

Las guayabas presentaron una pérdida de peso progresiva con el tiempo de almacenamiento, se hizo muy notoria en las guayabas sin recubrimiento. El análisis estadístico indicó pérdida similar en el grupo de tratamientos T1, T3 y T4, en el T5 y T2 a diferencia de T6 que evidencia las pérdidas de peso más bajas, en tanto que el tratamiento control es el que tiene las pérdidas de peso más altas.

Para la actividad microbiana, el uso de recubrimientos resulta una buena alternativa para mantener estables las densidades bacterianas, así a2 (99% mucílago + 1% aceite esencia del tomillo) presenta la mejor calidad del fruto con un valor de apenas 2.57 log UFC/g de microorganismos aerobios y 2.35 log UFC/g colonias de hongos y levaduras.

## Referencias

- Velázquez-Moreira, A. y Guerrero, J. A. (2018). *Algunas investigaciones recientes en recubrimientos comestibles aplicados en alimentos*. [https://nanopdf.com/download/investigaciones-recientes-en-recubrimientos-comestibles-aplicados\\_pdf](https://nanopdf.com/download/investigaciones-recientes-en-recubrimientos-comestibles-aplicados_pdf)
- García, B. (2013). *Mucílago de nopal, sobre propiedades micro morfológicas y estructurales del suelo entrigo* [tesis de grado, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas]. Repositorio Institucional UN [http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/1969/3/Garcia\\_Favela\\_B\\_DC\\_Edafologia\\_2013.pdf](http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/1969/3/Garcia_Favela_B_DC_Edafologia_2013.pdf)
- García-Mera, G. A., Salas-Macías, C. A. & Canales-Torres, H. G. (2017). Recubrimiento comestible natural con base en Aloe vera como estrategia de conservación de Psidium guajava. *Revista Científica*, 30(3), 224– 236.
- Cano, T. M., Godínez, J. E., Chávez, B. L. & Barrientos, C. E. (2001). *Obtención y caracterización del aceite esencial de tomillo (Thymus Vulgaris) cultivado en Guatemala, utilizado en diversidad de productos fitofarmacéuticos*. <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puidi/INF-2001-075.pdf>
- González, R. E., Cervantes, Y. C. & Caraballo, L. C. (2016). Conservación de la guayaba. *Revista Temas Agrarios*, 21(1)
- Orrego, C. E., Giraldo, G. I., González, J. D., Ocampo, J. C., & Parra, S. L. (2016). Efecto de recubrimientos comestibles en el cambio de propiedades fisicoquímicas de guayaba (Psidium guajava) refrigerada. *A review*, 34(1), 177– 180. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n1supl.58268>

Restrepo, J. y Aristizabal, I. D. (2010). Conservación de fresa (fragaria x ananassa duch cv. camarosa) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel de mucílago de penca de sábila (Aloe barbadensis Miller). *Revista Vitae*, 17(3), 252-263

Rodríguez-González, S., Martínez-Flores, H. E., Órnelas-Nuñez, J. L. & Garnica-Romo, M. G. (2009). *Optimización de la extracción del mucílago de nopal (Opuntia ficus-indica)*.  
<https://smbb.mx/congresos%20smbb/queretaro11/TRABAJOS/trabajos/III/carteles/CIII-71.pdf>