

Elaboración y evaluación de una biopelícula comestible con el uso de grenetina, miel y cera de abeja, para la conservación de tres variedades de *Vitis vinifera* (uva)

Espejel Gaspar Xochitlanezi, Hernández López Guadalupe de Los Ángeles, Chirino Galindo Gladys,
Palomar Morales Martín*

Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio de metabolismo de la diabetes mellitus, Av. de los Barrios No. 1,
Tlalnepantla de Baz, Estado de México. C.P. 54090. México.

Autor para correspondencia: palomarmoralesmartin@gmail.com

Recibido:

24/febrero/2020

Aceptado:

18/octubre/2020

Palabras clave:

Biopelícula,
cera de abeja,
grenetina,
Vitis vinifera (uva)

Keywords:

Biofilm,
Bee wax,
gelatin,
Vitis vinifera (grape)

RESUMEN

Una biopelícula es una capa delgada, constituida por compuestos biodegradables, que provee de protección a vegetales cosechados, y permite aumentar la vida de anaquel, pues propicia un efecto barrera contra gases y vapor de agua. *Vitis vinifera* (uva) es un fruto con gran importancia económica en México, sin embargo, presenta problemáticas en su manejo post cosecha, por lo que el objetivo de este estudio fue diseñar una biopelícula a base de grenetina, miel y cera de abeja para prolongar su vida útil. Se elaboraron tres tratamientos, con distintas proporciones y se aplicaron a tres variedades de uvas (verde, roja y morada). La biopelícula preparada con 1 mL de miel, 0.2 g cera de abeja, 0.65 g de grenetina y 0.5 μ L tween 80 mostró mayor efectividad que otras dos, ante el aplazamiento de la maduración en las uvas verde y roja, además de reducir la pérdida de humedad.

ABSTRACT

A biofilm is a thin layer, composed for biodegradable substances, that provides protection to the harvested vegetables, and permits to increase the shelf life, due to provides a fence against gases and water vapor. *Vitis vinifera* (grape) is a fruit with great economic importance in Mexico, however, there are several problems in the post-harvest management. The objective of this study was to design a biofilm with natural gelatin, honey, and bee wax to elongate the useful life. Three treatments were elaborated, with different proportions, and were applied to three grape varieties (green, red and purple). Biofilm prepared with 1 mL of honey, 0.2 g of bee wax, 0.65 g of natural gelatin and 0.5 μ L of tween 80 shown high effectiveness than the other two biofilms with respect to the maturation of the green and red grapes, and reduces the humidity loss.

Introducción

Una biopelícula debe poseer, como característica general, propiedades mecánicas que generen un efecto de barrera ante el paso y salida de gases y humedad en el alimento vegetal. En la actualidad la información técnica disponible para la elaboración de biopelículas es amplia, pero no universal, lo que implica el desarrollo de recubrimientos específicos para cada producto (Bósquez, 2003).

Uno de los elementos que presenta características aprovechables para su uso en la elaboración de biopelículas es la miel de abeja, ya que es rica en carbohidratos, carotenos y flavonoides, características que le confieren la capacidad de formar una matriz estructural que proporciona flexibilidad al recubrimiento; sumado a esto posee propiedades antioxidantes, antifúngicas y antibacterianas, lo que la hace una excelente opción para formar una biopelícula comestible (Becerra et al., 2016).

Rincón (2017) elaboró una biopelícula con k-carragenina 1%, glicerol 30%, ácido oleico 40%, miel 20% y ácido ascórbico 1%, para la conservación de fresa silvestre, y afirma que la miel como componente de la biopelícula funge como un excelente antioxidante y le otorga flexibilidad al recubrimiento.

Otro componente utilizado en las biopelículas es la cera de abeja, un lípido que debido a sus propiedades fisicoquímicas es fácil de manipular, además tiene propiedades emulsificantes y provee de plasticidad (Morales, 2011). Villegas y Albarracín (2016) evaluaron el incremento de la vida útil de *Rubus glaucus* (mora de castilla) recubierta con una biopelícula elaborada a base de hidroxipropil metil celulosa y cera de abeja, y obtuvieron resultados favorables en dos de los tratamientos, en los cuales la concentración de cera de abeja fue mayor.

Entre la gran variedad de proteínas utilizadas para la elaboración de biopelículas que actúa como barrera contra el agua y oxígeno, se encuentra la grenetina que es una proteína soluble en agua y tiene la capacidad de formar geles transparentes (Quintanilla, 2016).

La utilización de esta tecnología presenta dos grandes ventajas, una de ellas es en la post-cosecha de la fruta, pues permite mantener en condiciones óptimas sus características organolépticas y nutricionales durante un lapso de tiempo mayor (Vázquez-Briones y Guerrero-Beltrán, 2013); otra ventaja es la incentivación a la eliminación de los envases tradicionales y por tanto una considerable reducción de materiales de deshecho (Rincón, 2017).

Una de las frutas que exige mayor cuidado y que a la fecha presenta problemas en el manejo post-cosecha, relacionados con la conservación de la calidad y aumento en el periodo de vida de anaquel es *Vitis vinifera*, conocida comúnmente como uva (García-Robles et al., 2007). Esta fruta tiene gran importancia Nacional, ya que México se encuentra entre los primeros lugares como productor a nivel mundial (Vásquez, 2011). Sin embargo, se manifiesta una problemática con respecto al tiempo de llegada a su destino final (de entre 16 a 21 días) (García-Robles et al., 2007). Por lo anterior el objetivo de este trabajo es diseñar una biopelícula comestible a base de grenetina, miel y cera de abeja para la conservación y prolongación de la vida útil de *V. vinifera*.

Metodología

Obtención del material biológico

Las tres variedades de *V. vinifera* (verde, roja y morada) fueron adquiridas en la central de abastos Iztapalapa, Ciudad de México. Para la elección del material biológico se realizó un criterio de exclusión visual; se eligieron frutos grandes, firmes y con un tamaño similar, y se descartó el producto con daños mecánicos o contaminación fúngica. La miel y la cera de abeja se obtuvieron de una granja apícola localizada en la localidad de Lanzarote, Municipio de Tepotztlán, Estado de México; la grenetina se obtuvo con proveedores locales.

Preparación del recubrimiento

Se elaboraron tres diferentes recubrimientos, la composición final de los cuales se indica en la tabla 1. En un vaso de precipitados (250 mL) se calentaron 20 mL de agua destilada y la cera de abeja hasta que ésta se derritió, posteriormente se adicionaron 5 μ L del emulsificante Tween 80, se agregó la grenetina y por último se colocó el plastificante (miel de abeja), y con ayuda de un agitador se mezclaron para homogeneizar. El agregado resultante se mantuvo a temperatura alta hasta el punto de ebullición. Finalmente, la mezcla caliente se vacía en cajas Petri de vidrio y se deja secar a temperatura ambiente.

Pruebas fisicoquímicas del recubrimiento

Densidad de las biopelículas

Una vez solidificadas las biopelículas, de cada una se obtuvieron tres cuadros de 0.01 g de peso, a las cuales se les determinó la densidad de acuerdo al diagrama de la figura 1. Esta metodología se obtuvo de Buensuceso (2010).

Contenido de humedad

Las biopelículas se cortaron en cuadros con un peso de 0.5 gramos cada uno. Las piezas se colocaron en recipientes de aluminio y se colocaron dentro de un horno a 100° C, hasta que tuvieron un peso constante. Para calcular el porcentaje de humedad, se usó la siguiente ecuación:

$$Cont. Hum. (\%) = [(Pi - Pf)/Pf] 100$$

Donde: Pi es el peso inicial de la muestra, y Pf el peso final de la misma.

Tabla 1. Proporciones de los componentes para la formulación de cada biopelícula.

Biopelícula	Miel (mL)	Cera de abeja (g)	Grenetina (g)	Tween 80 (µL)
1	3	0.1	0.6	5
2	2	0.1	0.65	5
3	1	0.2	0.65	5

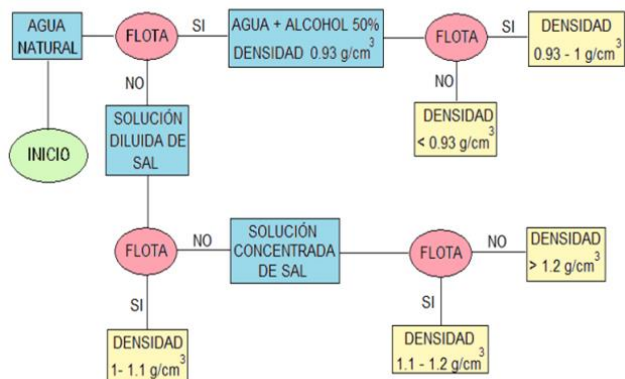


Figura 1. Diagrama de flujo para la determinación cualitativa de la densidad.

Aplicación de los tratamientos

Antes de aplicar los tratamientos, las uvas se colocaron en agua clorada durante 10 minutos, pasado este tiempo se dejaron secar a temperatura ambiente. Una vez secas, se les aplicó la biopelícula por el método de inmersión.

Para cada recubrimiento se ocuparon un total de 15 frutos de cada variedad de uva, ya que se hicieron 3 repeticiones, cada una con 5 frutos. En el grupo control, fueron 5 uvas sin recubrimiento por cada variedad. Las uvas con los tratamientos se dejaron almacenadas a temperatura ambiente durante un lapso de tiempo de 14 días.

Pruebas fisicoquímicas en uvas

A los tratamientos se les aplicaron las siguientes pruebas fisicoquímicas antes y después del tiempo de almacenamiento: porcentaje de acidez con algunas modificaciones en la fórmula para calcular el porcentaje de ácido málico, y el porcentaje de pérdida de peso se evaluó por el método de Restrepo y Aristizábal (2010). Los sólidos solubles se determinaron con un refractómetro digital HI 96801 HANNA Instruments; el índice de madurez se evaluó en base al método de Rincón (2017); la concentración de fenoles por Singleton de acuerdo a Zapata et al. (2013), la cuantificación de antocianinas por el método utilizado por Guerra y Ortega (2006).

Pruebas organolépticas

A 20 estudiantes de licenciatura, con edad de entre 18 a 21 años, se les dieron a probar uvas verdes control, uvas verdes con biopelícula 1, uvas rojas control, y uvas rojas con biopelícula 1, y se les pidió que en una escala de tipo Likert (Sánchez-García et al., 2014), evaluaran apariencia, sabor, olor, color y textura. La encuesta se visualiza en la tabla 2.

Es importante mencionar que las pruebas solo se hicieron en la biopelícula 1, porque presentaba menos cantidad de cera de abeja y por lo tanto presenta la mejor apariencia, esto se decidió antes de los resultados de las pruebas fisicoquímicas de las biopelículas.

Tabla 2. Escala de Likert utilizada en la encuesta.

Parámetro a evaluar	Valor numérico
Me gusta mucho	1
Me gusta moderadamente	2
Me gusta ligeramente	3
Ni me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta ligeramente	5
Me disgusta moderadamente	6
Me disgusta mucho	7

Análisis estadístico

Para evaluar el efecto de las tres biopelículas en las variables fisicoquímicas, se utilizó el análisis de varianza simple seguido por el método LSD cuando fue necesario, con un nivel de confianza del 95% (α = 0.05). Estos valores fueron analizados con la prueba de Kruskal-Wallis en el programa SPSS, de manera ciega (la persona que empleó el programa y realizó el análisis no conocía que tratamientos se habían aplicado). Este tipo de análisis permite convertir valores cualitativos en numéricos, y buscar diferencias entre grupos.

Resultados y discusión

Densidad

La densidad es una propiedad importante en los recubrimientos comestibles, debido a que se relaciona a la capacidad que tienen de formar barreras. Cuanto mayor sea la densidad será una mejor barrera para los gases; esto coincide con los resultados obtenidos en este trabajo (tabla 3), ya que se encontró que la biopelícula 3 (densidad mayor a 1.2 g/cm³) logró disminuir la pérdida de humedad en las variedades de uva verde y roja.

Tabla 3. Determinación de la densidad de las tres biopelículas (BP), dada por su flotabilidad (Si: flotó, No: no flotó).

Medio acuoso	BP 1	BP 2	BP 3
Agua	No	No	No
Agua con NaCl (0.07 g)	No	Si	No
Agua con NaCl (1.6 g)	Si	No

Contenido de humedad

En la tabla 4 se aprecia que la biopelícula con mayor porcentaje de humedad fue la 2, mientras que la biopelícula 1 tenía el menor porcentaje de humedad; el tratamiento 1 presentaba una mayor cantidad de miel (3 mL) en comparación con las biopelículas 2 y 3, con 2 y 1 mL respectivamente.

Tabla 4. Porcentaje de humedad contenido en las biopelículas. Los resultados representan promedios más/menos desviación estándar (tres repeticiones independientes). No hay diferencias significativas entre grupos.

Biopelícula	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Humedad (%)
BP1	0.49 ± 0.057	0.23 ± 0.030	53.06
BP 2	0.54 ± 0.040	0.21 ± 0.055	61.11
BP 3	0.5 ± 0.0	0.20 ± 0.045	60.00

Según Moguel et al. (2005), componentes como la miel de abeja suelen reservar una mayor cantidad de humedad por su naturaleza hidrofílica; altos contenidos de carbohidratos explican sus propiedades de viscosidad, granulación e higroscopicidad (Quintero, et al., 2010), esta última se refiere a que tiene una gran capacidad de absorber humedad del ambiente, sin embargo en este trabajo los resultados fueron contrarios a lo esperado, ya que como se muestra, el menor porcentaje de retención de humedad está dado por la biopelícula con mayor cantidad de miel.

Por otro lado, podemos resaltar que los recubrimientos contienen más del 50% de humedad en todos los casos, por lo que este elevado porcentaje pudo influir negativamente en el objetivo que la misma tenía.

Para contrarrestar el problema de los altos niveles de humedad se empleó un componente hidrofóbico con punto de fusión alto que actuase como barrera contra la humedad (cera de abeja). Osorio (2018) elaboró biopelículas a base de cera de abeja, aceite de clavo y carragenina, en donde la cantidad de cera de abeja utilizada fue del 1%, porcentaje mayor al empleado en este trabajo (0.49%) y en contraste con nuestros resultados sus recubrimientos tenían menor cantidad de humedad.

Capacidad protectora de las biopelículas.

Tanto las uvas verdes como las rojas tratadas con las biopelículas, se conservaron hasta dos semanas después, con una apariencia natural; sin embargo, de manera inesperada, las uvas moradas tratadas con cualquiera de las tres biopelículas se llenaron de hongos desde los seis días después de aplicado el tratamiento.

Acidez de la uva

En la tabla 5 se muestra que desde el primer día en que se midió la acidez, la variedad de uva roja control presentó el mayor porcentaje de acidez (7.3612%).

Tabla 5. Valores de las pruebas fisicoquímicas: % de acidez, grados Brix, e Índice de maduración de tres variedades de uva con y sin biopelícula en el día 1.

Muestra	Acidez%	Grados Brix	Índice de Maduración
Uva verde	0.6164	18.6	30.17
Uva roja	7.36129	12.8	1.7388
Uva verde B1	0.6312	17.8	28.200
Uva verde B2	0.603	17.2	28.52
Uva verde B3	0.67	15.8	23.58
Uva roja B1	0.73	14.9	20.4109
Uva roja B2	0.603	14.7	24.378
Uva roja B3	0.6834	15.5	19.94
Uva morada	0.6298	24.7	39.21
Uva morada B1	0.279	n.d.	n.d.

Después de 14 días, se observó una reducción en el porcentaje de acidez en todas las variedades con tratamiento y en el grupo control (Figura 2).

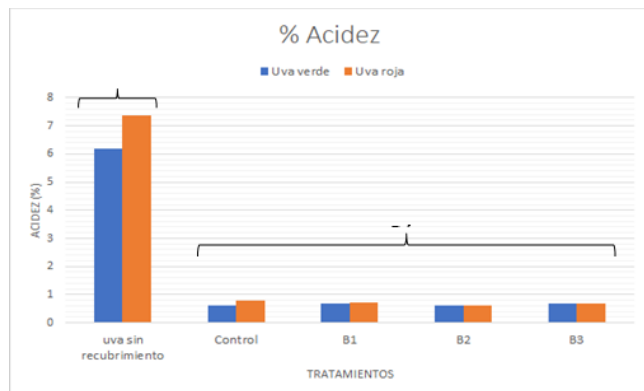


Figura 2. Porcentaje de acidez de la variedad de uva verde y roja con biopelícula y sin biopelícula. Los resultados muestran que el tratamiento 3 causó aumento de la vida útil de la uva roja de manera significativa ($p < 0.05$). Por otra parte, el porcentaje de la pérdida de peso fue menor en comparación con los otros tratamientos y el grupo control.

La variedad de uva roja con los tres tratamientos presentó un menor porcentaje de acidez que su respectivo control. Esto quiere decir que ninguna de las biopelículas retardo la maduración en la uva roja; conforme va madurando el fruto, disminuye su contenido de ácidos. Eman (2015) obtuvo resultados similares, donde el porcentaje de acidez del tratamiento con 15% de miel fue menor al control. Sin embargo, las biopelículas 1 y 3 contribuyeron a retrasar la maduración en la variedad de uva verde.

Índice de maduración de la uva

El índice de maduración de todas las uvas con recubrimiento aumento después de 14 días, sin embargo, el tratamiento 3 obtuvo mejores resultados en retardar la maduración, tanto en la uva verde como en la uva roja.

Porcentaje de peso

En este trabajo se observó que la biopelícula 3, tuvo un efecto positivo en evitar que perdieran peso ambas variedades de uva (roja y verde). Por otra parte, la biopelícula 1 y la biopelícula 2 tuvieron un efecto positivo en las uvas verdes, como se puede apreciar en la figura 3.

Los datos obtenidos en este trabajo se pueden contrastar con los resultados de Tarazana (2007), quien obtuvo datos similares, ya que reporta que cuando se incrementa el porcentaje de cera, se conseguía una prolongación en la vida útil del fruto, lo que inhibe significativamente la pérdida de peso, esto se debe a que la cera de abeja reduce la transferencia de humedad entre los alimentos y la atmósfera (Miramont, 2012), y evita la pérdida de

componentes volátiles y por lo tanto la pérdida de peso del fruto (Velázquez y Guerrero, 2013). Por otro lado, López-Enríquez et al. (2016) reportaron que la interacción entre los componentes cera-proteína hace más eficaz la capacidad de los recubrimientos para evitar que los frutos pierdan peso.

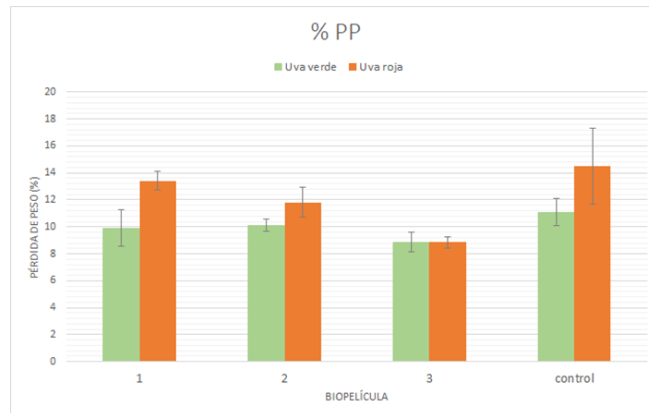


Figura 3. Porcentaje de Pérdida de peso en las variedades de uva verde y roja, con biopelícula y sin biopelícula.

Fenoles

Las uvas verdes con biopelícula 2 y 3 presentaron un incremento en la cantidad de fenoles totales. Sin embargo, ninguno de los tres tratamientos aplicados a la uva roja afectó la cantidad de estos compuestos orgánicos, lo que se puede apreciar en la tabla 6. Por otro lado, en las uvas control, tanto verdes como rojas, se puede observar una disminución de fenoles.

Tabla 6. Fenoles totales en las uvas (μg equivalentes de ácido gálico/g de tejido) recubiertos con las biopelículas.

Recubrimiento	Fenoles en uva verde	Fenoles en uva roja
Inicial	332.33	194.55
Sin biopelícula	22.33	51.22
Biopelícula 1	7.33	46.77
Biopelícula 2	613.16	45.11
Biopelícula 3	907.05	48.44

Conforme van madurando las uvas, hay un aumento de la cantidad de fenoles y alcanza un máximo cuando el fruto está maduro, pero empieza a disminuir el contenido de fenoles cuando existe una sobremaduración, esto puede explicarse porque tenían mayor cantidad de fenoles totales las uvas control y posteriormente esta disminuyó drásticamente.

Sólidos solubles

La variedad de la uva verde con biopelícula 3 presentó los valores más bajos de sólidos solubles y la biopelícula 1 los valores más altos, para esta misma variedad, y todos los tratamientos se mantuvieron por debajo del grupo control.

En la variedad de uva roja, la biopelícula 2 fue la que tuvo una mayor reducción de sólidos solubles; sin embargo, la concentración de los mismos fue mayor en todos los tratamientos que en el control.

Los resultados obtenidos nos permiten inferir que el tratamiento 3 es más eficaz en retrasar el proceso de maduración y por tanto la acumulación de azúcares; la cual es un reflejo de que un fruto ha alcanzado su madurez fisiológica (Pinzón et al., 2007). Esto gracias a que la cera de abeja disminuye la respiración del fruto y de esta manera retarda la oxidación enzimática

(Vázquez-Briones y Guerrero-Beltrán, 2013). Resultados similares se observan en el estudio realizado por Márquez y Pretell (2010), quienes fabricaron una biopelícula y observaron que los frutos recubiertos presentaban menos sólidos solubles.

Pruebas organolépticas

Los resultados de las pruebas organolépticas se resumen en la tabla 7. Se indica la respuesta más común dada por los estudiantes encuestados, para cada una de las cuatro muestras a evaluar.

Podemos decir que la uva que tuvo mejor aceptación en general, entre los estudiantes fue la verde sin biopelícula. Para éste tipo de datos, el análisis estadístico indicó que hay diferencia solamente en apariencia, sabor y textura, pero no en color u olor.

Tabla 7. Respuesta más común de los estudiantes encuestados, para los dos tipos de uva, sin y con recubrimiento. Se indica también el porcentaje de respuesta. * Diferente estadísticamente ($p < 0.05$) de las otras muestras.

	Uva verde natural	Uva verde con biopelícula	Uva roja natural	Uva roja con biopelícula
Apariencia	Me gusta mucho (35%); Me gusta moderadamente (35%)	Me gusta ligeramente (30%)	Me gusta mucho (60%)*	Me gusta mucho (30%)
Color	Me gusta moderadamente (40%)	Me gusta mucho (55%)	Ni me gusta ni me disgusta (30%)	Me gusta moderadamente (30%); me gusta ligeramente (30%)
Olor	Me gusta moderadamente (45%)	Me gusta moderadamente (40%)	Me gusta moderadamente (30%); me gusta ligeramente (30%)	Ni me gusta ni me disgusta (35%)
Sabor	Me gusta moderadamente (40%)	Me gusta mucho (60%)*	Me gusta mucho (35%)	Me gusta ligeramente (30%)
Textura	Me gusta moderadamente (40%)	Me gusta mucho (75%)*	Me gusta moderadamente (25%)	Me desagrada ligeramente (25%)*

Conclusiones

Tomados en conjunto, los resultados sugieren que la biopelícula 3 retrasa mejor los procesos de maduración en anaquel, e impide que el fruto se descomponga. Para estudios posteriores, es recomendable buscar la integridad entre los componentes de la biopelícula y sus propiedades, así como que la biopelícula no afecte el sabor de los frutos, por lo que estos resultados no son tan favorables; se tienen que hacer más combinaciones para mejorar el sabor y al mismo tiempo optimizar al máximo las propiedades de todos los componentes de la biopelícula.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado parcialmente por el proyecto PE210319, del Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación, DGAPA, UNAM. Geovana Gutiérrez Hernández, Paulina Rosales Gaona y Andrés Sánchez Gómez colaboraron en el desarrollo

experimental del trabajo. La miel y cera de abeja fueron donados por el Sr. Roberto Espejel Jiménez. La maestra Elizabeth Gómez Sánchez del Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli (TESCI) la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez (UTFV) permitió la aplicación de las pruebas organolépticas y la encuesta a sus estudiantes.

Referencias

- Becerra T.D.J., Carrera U.J.C., Solano M. (2016). Efecto antibacteriano de la miel de abeja en diferentes concentraciones, frente a *Staphylococcus aureus*. *Rev. Cien. Cien. Med.*, 19: 38-42.
- Bósquez M.E. (2003). Elaboración de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla para reducir la cinética de deterioro en fresco del limón persa (*Citrus latifolia Tanaka*). Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Biológicas. UAM. México. p.9.



- Buensuceso S.V. (2010). Elaboración y caracterización de biopelículas a partir de almidón de Yuca (*Manihot esculenta crantz*), Ingeniero químico industrial, Escuela superior de ingeniería química e industrial, extractivas, IPN, México, D.F., 80p.
- Eman A.A., Kamel H.M., Zaki Z.A., Rehab M.A. (2015). Effect of honey and citric acid treatments on postharvest quality of fruits and fresh-cut of guava. *World J. Agric. Sci.*, 11: 255-267.
- García-Robles J.M., Tobón-Quijano J.I., Bringas-Taddei E., Mercado-Ruiz J.N., Luchsinger-Lagos L., Báez-Sañudo R. (2007). Daños y desórdenes fisiológicos en uva de mesa sonorense después del preenfriado y almacenamiento. *Rev. Iberoam. Tecnol. Postcos.* 8: 89-100.
- Guerra M., Ortega G., (2016). Separación, caracterización estructural y cuantificación de antocianinas, mediante métodos químicos-físicos. Parte 2, ICIDCA, XL: 2-11.
- López-Enriquez D.F., Cuatin-Ruano L.Y., Andrade J.C., Osorio M. O. (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 Agron.*, 65: 326-333.
- Márquez V.L., Pretell V.C. (2010). Cobertura biodegradable gelatina-almidón-tara y las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de uva (*Vitis vinifera*) Red Globe, durante el almacenamiento. *Pueblo cont.*, 21: 199-214.
- Miramont S. (2012). Recubrimientos elaborados a partir de biopolímeros para el soporte de sustancias con actividad antimicrobiana: carvacrol y sorbatos. Tesis de maestría, Universidad Tecnológica Nacional de Buenos Aires, Argentina.
- Moguel O.Y.B., Echazarreta G.C., Mora E.R. (2005). Calidad fisicoquímica de la miel de abeja *Apis mellifera* producida en el estado de Yucatán durante diferentes etapas del proceso de producción y tipos de floración, *Téc. Pec. Méx.*, 43:323-334.
- Morales R. (2011). Generalidades y aplicación de películas y recubrimientos comestibles en la cadena hortofrutícola. Tesis de Licenciatura en Ingeniería en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
- Pinzón I.M.P., Fischer G., Corredor G. (2007). Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Slim). *Agron. Colomb.*, 25(1): 83-95.
- Quintanilla P.C.T. (2016). Efecto de recubrimiento a base de gelatina de colágeno durante el almacenamiento del músculo semitendinosus de res, en dos tipos de empaque. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.
- Quintero C.J., Falguera V., Muñoz H.A. (2010). Biopelículas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Tumbaga*, 5: 93-108.
- Restrepo F.J.I., Aristizábal T.I. D. (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 carnauba. *Rev. Fac. Quím. Farm.*, 7: 252-263.
- Rincón G.V. (2017). Diseño de una biopelícula para la conservación de fresa silvestre (*Fragaria vesca*): una estrategia encaminada a la sustitución de empaques plásticos. Tesis Maestría. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Colombia.
- Sánchez-García R., Reyes-Morales H., González-Unzaga, M.A. (2014). Preferencias alimentarias y estado de nutrición en niños escolares de la Ciudad de México. *Bol. Méd. Hosp. Inf. Méx.*, 71(6), 358-366.
- Vázquez-Briones. M.C., Guerrero-Beltrán. J.A. (2013). Recubrimientos de frutas con biopelículas. *Tem. Sel. Ing. Alim.*, 7: 5-14.
- Vázquez V.N (2011). Asociación agrícola local de productores de uva de mesa, modelo de la agricultura moderna en México en el siglo XXI. Fundación Produce Sonora, A.C., México.
- Villegas C., Albarracín W. (2016). Aplicación y efecto de un recubrimiento comestible sobre la vida útil de la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth). *VITAE Rev. Fac. Cien. Farm. Alim.*, 3: 204-209.
- Zapata K., Cortes F. B., Rojano B. A. (2013). Polifenoles y actividad antioxidante del fruto de guayaba agria (*Psidium araca*). *Inf. Tecnol.*, 24: 103-112.