

DISEÑO DE PELÍCULAS DE PECTINA EXTRAÍDA DE CÁSCARA DE MARACUYÁ USANDO PVA Y GLICEROL COMO PLASTIFICANTES.

E. P. Segura Ceniceros^{1*}, S. Flores Gallardo², A. Zaragoza Contreras², J. C. Contreras Esquivel¹, M. M. García Soto¹, Ilinna A¹, C. I. Vargas Domínguez³.

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Blvd. V. Carranza e Ing. J. Cárdenas V., C.P. 25280, Saltillo, Coahuila, México, Fax: 52-844-415-95-34, E-mail: psegura@mail.uadec.mx

²Centro de Investigación en Materiales Avanzados S. C. (CIMAV) Chihuahua, Chihuahua, México

³Clínica Hospital del Magisterio Secc. 38. Blvd. Valdez Sánchez No. 1006 C. P. 25350. Arteaga, Coahuila, México. TEL. 01 (844) 483-15-58.

Abstract. En el presente trabajo de investigación se llevó a cabo el diseño películas de pectina extraída de un residuo de la industria alimenticia (maracuyá) con aplicación en la inmovilización de enzimas proteolíticas como tratamiento para lesiones cutáneas, así como en el área de protección de medio ambiente de la contaminación con residuos sólidos provenientes de la industria alimenticia. La materia prima que se utiliza actualmente tiene una considerable incidencia en la contaminación del medio ambiente. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que el uso de PVA y glicerol a diferentes concentraciones como plastificantes mejora considerablemente las propiedades mecánicas de las películas, siendo éstas más flexibles y con mayor resistencia a la tensión, al adicionar el glicerol al 0.75% las películas son más flexibles con un % de elongación de 54.03 ± 7.1 %. Mientras que con 0.25% de PVA se obtiene la mayor resistencia a la tensión con un valor de 2.0175 ± 0.827 Kg/mm. El diseño de nuevos materiales (películas de pectina con plastificantes) a partir de un subproducto descartable de la industria de jugos ofrece la oportunidad de disminuir los desperdicios, convirtiéndolos en materia prima para la obtención de los derivados de interés farmacéutico.

Introducción.

El uso de polímeros biodegradables para empaque ofrece una alternativa y una solución parcial al problema de acumulación de residuos sólidos provenientes tanto de los polímeros sintéticos como de las industrias agroindustriales y alimenticias ⁽¹⁾. La biodegradabilidad de los biopolímeros es la base para sus aplicaciones; pero su procesado, su funcionamiento y en particular, su precio son muy importantes para que los biopolímeros puedan competir con polímeros sintéticos de bajo costo. De acuerdo a lo anterior, materiales como cultivos renovables, residuos agrícolas y/o bioproductos son una gran fuente de materiales poliméricos naturales de bajo costo. Sin embargo, estos materiales presentan pobre estabilidad dimensional y escasa termoplaticidad lo que provoca un uso limitado de estos materiales; lo anterior puede evitarse preparando mezclas de los materiales naturales con matrices termoplásticas en compositos conteniendo varios porcentajes de los biopolímeros. Uno de los polímeros sintéticos más utilizado es el polivinil alcohol (PVA), muy usado para mezclas con materiales poliméricos naturales ya que es altamente polar, soluble en agua y también es biodegradable. Las películas de PVA presentan buenas propiedades físicas como resistencia a la tensión y elongación a la ruptura ⁽²⁾. Mezclas de almidón y PVA han sido preparadas por *casting* de soluciones acuosas y posteriormente propuestas en el mercado para su uso como películas protectoras en agricultura y como bolsas para basura. Estudios más recientes reportan películas elaboradas con PVA y otros polímeros naturales como quitina y pectina; así como PVA – celulosa presentando buena miscibilidad entre ellos debido a la habilidad del PVA y la celulosa para formar puentes de hidrógeno intermolecular entre los grupos hidroxil presentes ^(2, 3). La

pectina es uno de los polisacáridos usados para formar películas solubles en agua; además de los alginatos y celulosa; se tienen trabajos realizados sobre películas usadas como recubrimiento de alimentos (capa fina) ^(12, 13). La carboximetilcelulosa así como esteres de celulosa han sido usados como materia prima en la preparación de películas de recubrimiento en alimentos y como componentes de películas bicapa ^(2,3.). Además existen varios estudios realizados sobre películas de quitina y quitosan; incluyendo películas de soporte ⁽³⁾ A partir de 1948 se tienen reportes de películas preparadas utilizando pectina de cítricos de bajo metoxilo (<11%) cuya resistencia a la tensión (9×10^8 dyn/cm²) disminuye conforme se incrementa el grado de metilación; trabajos recientes están relacionados con estudios en mezclas de pectina y carboximetilcelulosa para uso como papel para cigarros ⁽⁴⁾. Dado que la pectina es el principal componente de frutas y vegetales, se encuentra en grandes cantidades en residuos agrícolas como materia prima para su extracción. La conformación de la molécula y la presencia de agregados en solución, son propiedades moleculares que sugieren que las películas de pectina pueden tener propiedades mecánicas y físicas deseables ^(5, 6, 7). La producción de películas por *casting* es una tecnología bien establecida, para películas basadas en materiales poliméricos de fuentes renovables, por lo que representa una gran oportunidad para estudiar el efecto de diferentes componentes en las propiedades de las películas y así proporcionar formulaciones eficientes con costo efectivo para necesidades específicas. Las películas elaboradas de productos naturales son de gran interés tanto científico como comercial; ya que estos materiales además de ser biodegradables se consideran potencialmente reciclables y pueden tener aplicaciones farmacéuticas.

Sección Experimental.

La preparación de todas las películas pectina, pectina-papaína y pectina-plastificantes se llevó a cabo por *casting*; la disolución de la pectina al 1% (en 20 mL de solución) fue obtenida en agua con agitación constante hasta disolución completa. Posteriormente, la mezcla se extendió en recipientes de plástico, hasta formar una capa delgada y homogénea, el contenido se dejó durante 24 horas a temperatura ambiente (20-27 °C) hasta la evaporación del agua. La papaína se adicionó en una concentración de 1 mg/ml y los plastificantes (glicerol, alcohol polivinílico) se probaron a diferentes concentraciones de 0.25, 0.50, 0.75 y 1.0 %. Las películas con PVA fueron preparadas realizando primeramente la disolución completa del PVA en agua a temperatura de 80 °C bajo agitación constante. La caracterización de las películas se realizó evaluando las propiedades mecánicas en un equipo Texturómetro Instrom (modelo 4301) Corporation Series IX Automated Materials Testing System 1.16, de acuerdo a la norma ASTM D882. Evaluación de las películas mediante microscopia óptica en un Microscopio FT-IR (Autoimage) realizando un mapeo químico en el que se pudiera estimar la homogeneidad de las películas.

Resultados y Discusión.

Se obtuvieron películas delgadas con un espesor de 0.0427 ± 0.0048 mm, homogéneas, con una superficie ligeramente rugosa, semitransparentes y con un ligero color blanco. Las películas de pectina son frágiles y quebradizas lo que hizo difícil su manejo en el Instrom. Al preparar las películas pectina-papaína el color de ésta se presentó

amarillo ligeramente opaco, éstas fueron todavía más quebradizas lo que indica que la enzima afecta las propiedades mecánicas de la película.

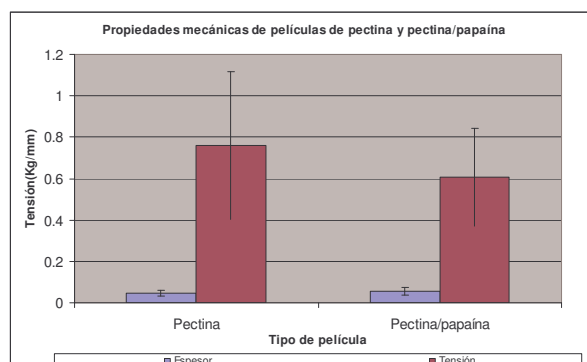


Figura 1. Resultados de las pruebas de tensión de las películas de pectina y pectina/papaína

En la Figura 1 se comparan las características de películas de pectina en presencia y ausencia de papaína. Se destaca que el espesor de las películas no fue afectado considerablemente por la adición de papaína ya que la diferencia no es estadísticamente significativa. Los resultados de la evaluación de la tensión en las películas de pectina y pectina/papaína, comprueban con los valores obtenidos que las películas de pectina son quebradizas ya que soportan una fuerza de tensión con un valor 0.76 ± 0.357 Kg/mm, al mezclar la pectina con papaína se obtienen películas aún más frágiles, observando valores de tensión de 0.61 ± 0.237 Kg/mm. Debido a que las películas de pectina presentan pobres propiedades mecánicas, se llevaron a cabo ensayos utilizando PVA y glicerol como plastificantes para mejorar las propiedades mecánicas y con esto facilitar su manipulación al ser aplicadas en heridas cutáneas, transportadas o almacenadas.

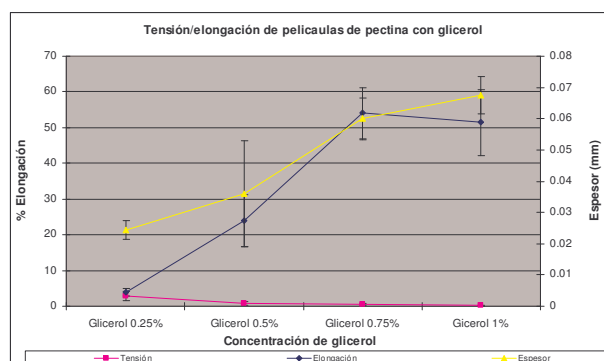


Figura 2. Efecto de diferentes concentraciones de glicerol sobre las propiedades de tensión/elongación en películas de pectina.

De acuerdo a la Figura 2 se observa que las propiedades mecánicas de las películas mejoran al adicionar los plastificantes, siendo más flexibles a una concentración de 0.75% de glicerol con un % de elongación de 54.03 ± 7.1 %. Sin embargo, la resistencia a la tensión disminuye con un valor de 0.4187 ± 0.2412 Kg/mm cuando se tiene la máxima elongación. Considerando que las películas serán aplicadas como tratamiento de lesiones, no se requiere una elevada resistencia a la tensión, sino una mayor elongación, para tener un mejor comportamiento del material durante su manejo. Los datos encontrados en la

literatura indican que las fuentes más comunes para preparar películas biodegradables han sido el quitosán y el almidón de los cuales se obtienen películas frágiles, ligeramente translúcidas, con pobres propiedades mecánicas pero al mezclar con glicerol se mejoran estas propiedades obteniendo películas flexibles con un % de elongación de 25%.

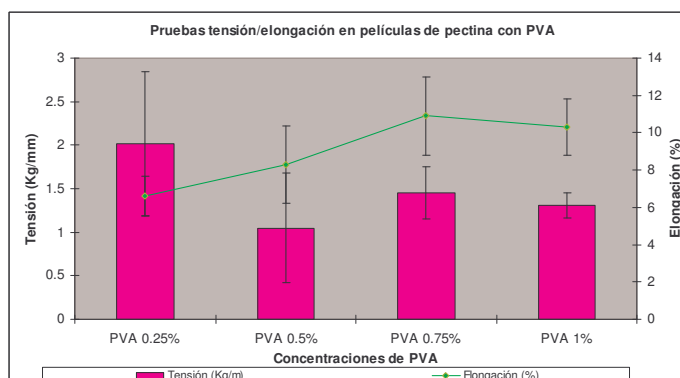


Figura3. Efecto del PVA sobre las propiedades de tensión/elongación en películas de pectina.

Los resultados de las películas con PVA se representan en la Figura 3, encontrando una variación en las propiedades mecánicas, con la concentración de 0.25% de PVA se obtuvo la mayor resistencia a la tensión con un valor de 2.0175 ± 0.827 Kg/mm. Conforme se va aumentando la concentración de éste, la resistencia a la tensión va disminuyendo, se puede apreciar que el PVA mejora las propiedades de las películas presentando éstas una mayor resistencia a la tensión al comparar con las películas sin plastificante. Estudios reportados en la literatura en los que se usó el PVA como plastificante para preparar películas de quitosán y almidón, se lograron mejores propiedades mecánicas. Las películas que se reportan en la literatura presentan una ligera coloración, aumentan su resistencia a la tensión en aproximadamente 44 MPa, así como su elongación en un 24% a partir de soluciones de PVA al 10%.

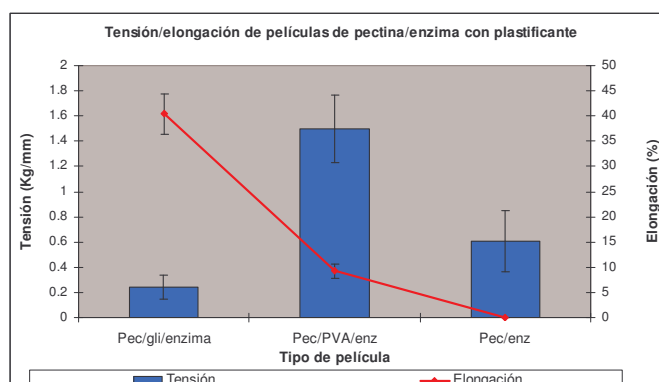


Figura 4. Relación de las propiedades de tensión/elongación en películas de pectina/papaína con y sin glicerol y PVA.

La adición de plastificantes en las películas de pectina-papaína mejora considerablemente las propiedades mecánicas, siendo más flexibles éstas al adicionar el glicerol con un % de elongación de 40.37 ± 3.9 % y disminuye la resistencia a la tensión a diferencia de las películas que tienen solo pectina/papaína las cuales son muy quebradizas

y frágiles, presentando una baja flexibilidad. Mientras que en las películas con PVA se observa mayor resistencia de la tensión de 1.5 ± 0.27 Kg/mm y además son más flexibles que las películas que solo presentan pectina/papaína, estos resultados se pueden observar en la figura 4. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que el uso de glicerol y PVA como plastificantes mejora considerablemente las propiedades mecánicas de las películas, siendo éstas más flexibles y con mayor resistencia a la tensión. Cabe mencionar que la apariencia de las películas es translúcida con la presencia de un ligero color amarillo, se observan como homogéneas sin grumos de pectina.

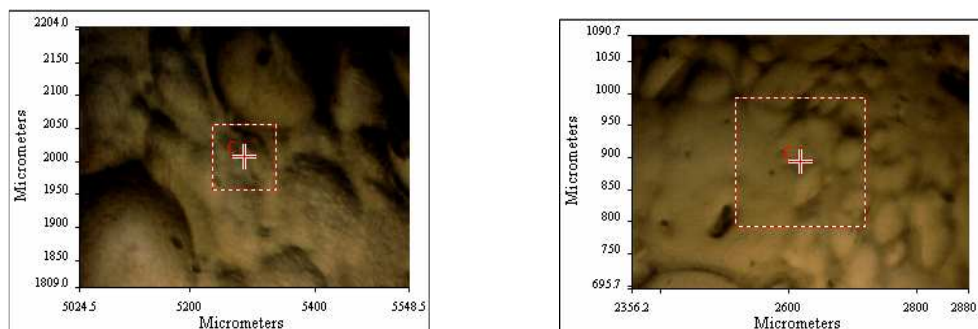


Figura 5. Imágenes obtenidas por Microscopia FT-IR para películas pectina con plastificantes y papaína.

En las imágenes de la superficie de las películas de pectina, pectina-PVA, pectina-glicerol y pectina-papaína se puede apreciar al agregar los plastificantes, se observa la presencia de pequeñas inclusiones como burbujas de diferentes tamaños y de formas irregulares. Esto podría indicar que la película no se encuentra completamente homogénea, teniendo algo de agregados de los plastificantes. El efecto es más notorio sobre todo en las películas que contienen PVA 0.25 %. Por otro lado, la imagen tridimensional de estas películas indica que presentan una superficie rugosa, lo que se puede confirmar al observar la imagen tridimensional en donde todos los espectros son iguales. Además esta imagen tridimensional permite observar que la superficie de la película es rugosa.

Conclusiones.

Al inmovilizar la papaína en pectina se obtienen películas con menor resistencia a la tensión por lo que son difíciles de manejar, siendo muy quebradizas; mientras, que las mezclas con plastificantes mejora las propiedades mecánicas de las películas. Esta característica hace que estas películas sean más fáciles de manejar ya que no son quebradizas.

Referencias.

1. R. Jayasekara; I. Harding; G. Bowater *Polymer Testing* 2004, 23. 17.
2. E. Chiellini; P. Cinelli; S. Imam; L. Mao *Biomacromolecules* 2001, 2. 1029.
3. D. Coffin; M. Fishman *J. Appl. Pol. Sci.* 1994. 54. 1311.
4. F. Otey; H. Westhoff; R. Russell *Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev.* 1977. 16. 305.
5. P. Hoagland; N. Parris *J. Agric. Food Chem.* 1996. 44. 1915.
6. B. Van. *The Chemistry and Technology of Pectin*. Reginald Walter. Ed. Academic Press, New York. 1991.