

Efecto de un recubrimiento a base de mucilago de nopal sobre la calidad postcosecha de tomate.

Pineda-Mendoza, N. F^a., Bernardino-Nicanor, Aurea^a, Teniente-Martínez, Gerardo^a, Juárez-Goiz, José Mayolo Simitrio^a, Filardo-Kerstupp, Santiago^b, González-Cruz, Leopoldo^{a*}

a Instituto Tecnológico de Celaya-TecNM. Departamento de ingeniería. Antonio García Cubas Pte #600 esq. Av. Tecnológico. C.P. 38010. Celaya. Guanajuato. México.

b Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (CIQ-UAEH), Pachuca, Hidalgo, México. * leopoldo.gonzalez@itcelaya.edu.mx

RESUMEN:

Con el propósito de determinar la viabilidad de utilizar el mucilago de nopal tapón como recubrimiento para retardar el proceso de maduración de tomate, se realizaron disoluciones utilizando agua y etanol como disolventes, observándose que los recubrimientos utilizando mucilago de nopal, pueden retardar el proceso de maduración del tomate manteniendo características adecuadas de firmeza y concentración de pigmentos. Solo se encontró diferencia significativa por efecto del recubrimiento sobre la pérdida de peso, cuando los tomates se cubren con mucilago extraído del corazón del nopal en comparación con el lote testigo, sin haber efecto por el disolvente utilizado para su reconstitución. Los resultados sugieren que al utilizar mucilago de nopal como recubrimiento, el proceso de maduración de tomates puede retardarse, preservando las principales características de calidad, pudiendo mantenerse hasta 21 días almacenadas a 20 °C, sin efectos negativos..

ABSTRACT:

In order to determine the feasibility of using the mucilage of cactus pear as a coating to retard the tomato ripening process, solutions were made using water and ethanol as solvents, observing that the coatings using cactus mucilage can slow the ripening process of the tomato, maintaining adequate characteristics of firmness and concentration of pigments. Only significant difference was found by effect of the coating on the weight loss, when the tomatoes are covered with mucilage extracted from the heart of the nopal in comparison with the control lot, without having an effect by the solvent used for its reconstitution. The results suggest that when using cactus mucilage as a coating, the tomato ripening process can be delayed, preserving the main quality characteristics, and can be stored for up to 21 days at 20°C, without negative effects..

Palabras clave:

Nopal, Tomate, recubrimiento, mucilago.

Key words:

Nopal, Tomato, coating, mucilage.

Área: Frutas y hortalizas.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) es una fruta con un perfil nutrimental equilibrado, contiene vitamina C, minerales, ácido fólico y cantidades mínimas de grasa, pero sin duda, su mayor importancia radica en el hecho de contener ingredientes nutraceuticos como el licopeno, el cual tiene alta capacidad antioxidante y su consumo puede disminuir los riesgos de contraer cáncer. Contiene mayor cantidad de azúcares que otras hortalizas, el 94% de su peso es agua y el 4% de carbohidratos, por lo que es considerado diurético (Ribaya-Mercado *et al.*, 1995), por sus características metabólicas es considerado un modelo para el estudio del crecimiento y maduración de los vegetales (Alexander and Grierson, 2002, Bargel and Neinhuis, 2004). Lo cual es, su principal causa de pérdidas postcosecha, ya que el metabolismo inherentes a su fisiología, produce una importante disminución en el peso del fruto, debido a los procesos de respiración-transpiración, ocasionando cambios físicos que disminuyen el tiempo de vida de anaquel, en adición, los alimentos que entran en etapa de senescencia, aun cuando no son perjudiciales a la salud del consumidor, tienen implicaciones económicas evidentes, tanto para los productores, distribuidores, así como para los consumidores (Wills *et al.*, 1997).

La calidad del tomate se basa principalmente en: la uniformidad de forma, ausencia de defectos de crecimiento o manejo y firmeza, esta última característica es un indicativo del estado de madurez que presenta el producto, ya que no se debe deformar fácilmente debido a la senescencia del fruto.

Los tomates pueden almacenarse a 12.5° C por 14 días, sin reducción significativa de su calidad sensorial y desarrollo de color, posteriormente la vida de anaquel es generalmente de 8 a 10 días, por lo que la duración del producto después de ser cortado de la planta es en promedio de 22 a 24 días, considerando temperaturas de 21°C para una maduración normal y de 14 a 16°C para una maduración lenta, con una humedad relativa óptima de 90 a 95%, lo que permite prevenir la pérdida de agua, por lo que considerando la importancia que tienen estos parámetros para una adecuada maduración de los tomates.

Actualmente, se han buscado alternativas que permitan incrementar la vida de anaquel de frutas y hortalizas frescas, siendo la aplicación de películas delgadas y recubrimientos comestibles a base de polímeros (Baldwin et al., 1995) uno de los mecanismos que han brindado mayor expectativa, ya que reducen la pérdida de humedad, el flujo de gases (O₂ y CO₂) y controlan el balance hidrofílico-lipofílico (Ali *et al.*, 2013).

Por lo anterior, el presente estudio se enfocó en evaluar la capacidad del mucílago del nopal como recubrimiento comestible para el tomate (*Lycopersicum esculentum*), que permitan retrasar su senescencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Cladodios jóvenes de *Opuntia robusta* Wendl var. *Robusta*, fueron obtenidos de Cuatepec, Hidalgo (México). Los cladodios fueron colectados manualmente a proximalmente a las 12:00 h, y fueron seleccionados de acuerdo a un tamaño promedio de 35 cm de largo y 30 cm de ancho, con un espesor promedio de 4 cm, para establecer un estado de madurez uniforme. Las muestras fueron almacenadas a 4 ° C in un refrigerador (LG, Modelo GR-452SH) por un tiempo máximo de 24 h, antes de su utilización.

Extracción del mucílago

100 g de corazón o corteza de nopal fueron troceados en cubos de aproximadamente 1 cm por lado, se mezclaron con 100 mL de etanol (KEM, México), se molieron utilizando una licuadora manual (Oster, 2609-13. Mex.), la mezcla se dejó reposar por 5 min y se recuperó el precipitado filtrando al vacío. El mucílago obtenido se secó (50°C) en un secador de convección (Binder, Modelo FD115-UL, USA); las muestras secas se molieron utilizando un mortero y se almacenaron en frascos de vidrio hasta su utilización.

Preparación de recubrimientos

Los recubrimientos se realizaron, utilizando agua o etanol como disolventes, realizando disoluciones a un porcentaje de sólidos soluble de 12% para cada una de las partes del nopal evaluadas (Tabla 1)

Tabla 1. Condiciones para la formulación de recubrimientos de mucílago de nopal.

Muestra	% de sólidos solubles	Disolvente utilizado	Parte del nopal utilizado
R ₁	12	Agua	Corazón
R ₂	12	Etanol	Corazón
R ₃	12	Mezcla*	Corazón
R ₄	12	Agua	Clorénquima
R ₅	12	Etanol	Clorénquima
R ₆	12	Mezcla*	Clorénquima

* Agua:etanol en una proporción 50:50 v/v

Aplicación de los recubrimientos a los tomates

Cada uno de los recubrimientos fue aplicado a 26 tomates, cada una de las disoluciones se aplicó de manera uniforme sobre la superficie de los tomates, utilizando una brocha. Los tomates con el recubrimiento, fueron colocados en charolas y almacenados a 20 ± 2 °C. Una muestra testigo de 26 tomates sin recubrimiento fue utilizada.

Determinación de la pérdida de peso

La pérdida de peso fue determinada diariamente, considerando como peso inicial el obtenido el día de la aplicación del recubrimiento (día 0). Los valores se reportaron como % de pérdida de peso del peso inicial de los tomates al día 0.

Análisis de textura

La medición de textura se realizó de forma inicial a las muestras con el recubrimiento (día 0) y posteriormente a los 8 y 21 días de almacenamiento. Los tomates fueron seleccionados de cada uno de los lotes, de forma aleatoria para el análisis. La firmeza de los tomates fue determinada por penetración, utilizando un analizador de textura TA.TX2i (Stable Micro Systems, UK). La medición se realizó en la parte ecuatorial del tomate a una velocidad de ensayo de 1mm*s, utilizando un punzón de 3mm de diámetro. Se utilizó una pesa de carga de 5 kg y la prueba se programó para penetrar 5 mm en el tomate. La máxima fuerza de penetración fue el parámetro seleccionado para el análisis estadístico, expresada en kg*cm³.

Determinación de licopeno

La cuantificación de licopeno, se realizó de acuerdo con la metodología propuesta por Davis et al. (2003), usando un espectrofotómetro (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA), la detección se realizó a 503 nm. La cuantificación fue determinada usando un estándar externo, los resultados fueron expresados como mg*100 g de muestra, usando una curva estándar de licopeno.

Análisis estadístico

El experimento se realizó por triplicado, los datos están expresados como la media \pm desviación estándar, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) seguido por una prueba de Tukey con un $\alpha= 0.05$, con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System V. 8.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pérdida de peso

La pérdida de peso observada en los lotes de tomate, fue de aproximadamente de 12 a 20 % durante los 21 días de almacenamiento, existe una disminución significativa en la pérdida de peso de las muestras recubiertas con el corazón del nopal (aproximadamente 7%) al final del periodo de almacenamiento con respecto al lote testigo (Figura 1). La diferencia en la habilidad para disminuir la pérdida de peso, es atribuida a la diferencia de permeabilidad que ofrecen los polisacáridos presentes en el corazón del nopal, los cuales son una mezcla compleja de mucilago, pectina y gomas.

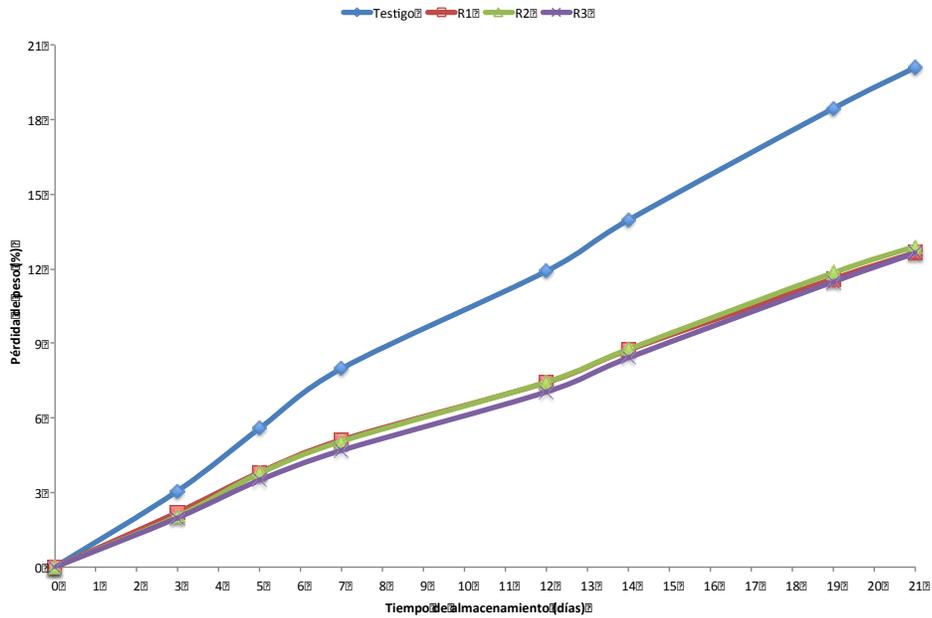


Figura 1. Pérdida de peso (%) de tomate fresco, recubiertos con distintas disoluciones de corazón de nopal, almacenadas durante 21 días a 20 °C. Valores están expresados como la media \pm DE de las tres repeticiones. Testigo = lote sin recubrimiento.

Los recubrimientos elaborados con clorénquima, solo presentaron una disminución en la pérdida de peso en el intervalo de 2 a 6% con relación al lote testigo, sin embargo, los resultados obtenidos con los recubrimientos elaborados con clorénquima, muestran heterogeneidad (Figura 2) en relación con la pérdida de peso, a diferencia de lo obtenido con los recubrimientos elaborados con el corazón de nopal.

La menor pérdida de peso de los tomates con recubrimientos de corazón de nopal con respecto a los recubiertos con extractos del clorénquima, puede atribuirse a la red tridimensional compleja que forman el mucílago, gomas y pectinas presentes en el corazón del nopal y que no se encuentran en la misma proporción en el clorénquima, originando una barrera más eficiente para disminuir los flujos de compuestos generados durante los procesos de respiración-transpiración del tomate (Clifford, 2001).

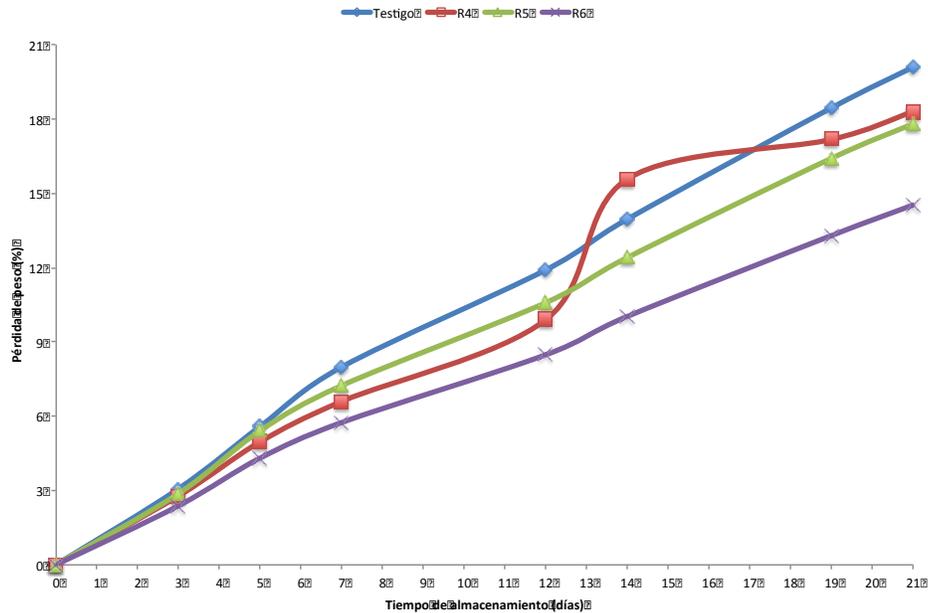


Figura 2. Pérdida de peso (%) de tomate fresco, recubiertos con distintas disoluciones de clorénquima de nopal, almacenadas durante 21 días a 20 °C. Valores están expresados como la media \pm DE de las tres repeticiones. Testigo = lote sin recubrimiento.

Análisis de textura

La firmeza de las muestras antes de los tratamientos con cada uno de los recubrimientos (día 0) fue en promedio de 63 kg.cm³, el cual disminuyó en promedio 5 %, en todos los lotes a los cuales se les aplicó recubrimiento, en comparación con el lote testigo, el cual presentó una disminución superior al 20 %.

Los recubrimientos superficiales aplicados, presentaron una alta retención de la firmeza del tejido de los tomates, lo cual es atribuido a la restricción en las actividades metabólicas, asociadas con enzimas especializadas en la degradación de pared celular.

Concentración de licopeno

La concentración de licopeno vario significativamente entre cada uno de los lotes, con concentraciones en un intervalo entre 13 y 17 mg*100 g de muestra en base húmeda y de 270 a 370 mg*100 g de muestra en base seca. La concentración de licopeno incrementó con el tiempo de almacenamiento en todos los lotes (con y sin recubrimiento). Se observó que las muestras tratadas con el recubrimiento elaborado con el corazón de nopal, fueron los lotes con la menor concentración de licopeno (Tabla 2), lo que sugiere, que no solo se modificó la tasa de respiración-transpiración, sino que el recubrimiento también modificó la síntesis de pigmentos, aparentemente atrasando el proceso de maduración de los frutos, lo cual es congruente con lo reportado por otros autores, que indican que la temperatura de maduración influye sobre la concentración de pigmentos (Toor *et al.*, 2006), modificación en la temperatura, pudo haber sido originada por la diferencia en la permeabilidad de los recubrimientos.

Los resultados obtenidos, se encuentran dentro del intervalo reportado por otros autores, quienes mencionan que la concentración de pigmentos entre distintas variedades, oscilan entre 9.2 y 32.4 mg*100 g de muestra en base húmeda, mientras que en base seca, los valores se reportan entre 171 a y 455 mg*100 g de muestra en base seca (George *et al.*, 2004).

Tabla 2. Concentración de licopeno en tomate fresco recubierto (media \pm DE)

Lote	Concentración de licopeno (mg*100 g)	
	Base húmeda	Base seca
Testigo	15.2 \pm 1.2	368.5 \pm 25.0
R ₁	13.2 \pm 0.9	271.4 \pm 18.4
R ₂	13.7 \pm 1.1	306.9 \pm 28.4
R ₃	14.3 \pm 1.3	309.6 \pm 26.3
R ₄	16.3 \pm 1.4	345.6 \pm 30.3
R ₅	16.8 \pm 1.2	338.5 \pm 29.9
R ₆	16.0 \pm 1.8	285.4 \pm 21.8

CONCLUSIÓN

Los lotes de tomate, recubiertos con disolución de corazón de nopal, presentan una menor disminución de peso, y no existe efecto significativo por el disolvente utilizado para su reconstitución. El proceso de maduración de tomates recubiertos con disoluciones de corazón de nopal se atrasa, observándose modificaciones en pérdida de peso, textura y contenido de licopeno. Esto sugiere que el mucílago de nopal tiene potencial como recubrimiento comestible, para ser utilizado en la aplicación comercial post cosecha, para prolongar el tiempo de almacenamiento, preservando el contenido de antioxidantes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo económico otorgado por el Tecnológico Nacional de México al proyecto 6405.18-P

BIBLIOGRAFÍA

1. Ribaya- Mercado, J.D., Garmyn, M., Gilchrest, B., Russell, R.M. 1995. Skin lycopene is destroyed preferentially over β -carotene during ultraviolet irradiation in humans. *J. Nutr.* 125:1845-1859.
2. Baldwin, E. A., Nisperos-Carriedo, M., Shaw, P. E., & Burns, J. K. (1995). Effect of coatings and prolonged storage conditions on fresh orange flavor volatiles, degrees Brix, and ascorbic acid levels. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 43(5), 1321-1331.
3. Alexander, L. and Grierson, D. 2002. Ethylene biosynthesis and action in tomato: a model for climacteric fruit ripening. *J. Exp. Bot.* 53(377): 2039-2055
4. Bargel, H., and Neinhuis, C. 2004. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit growth and ripening as related to the biomechanical properties of fruit skin and isolated cuticle. *J. Exp. Bot.* 56(413):1049–1060
5. Wills, R., Barry, Glasson, Mc., Graham, D. and Joyce, D. (1997). Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Zaragoza: Acribia.
6. George, B., Kaur, C., Khurdiya, D. S., & Kapoor, H. C. (2004). Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. *Food chemistry*, 84(1), 45-51.
7. Toor, R. K., Savage, G. P., & Lister, C. E. (2006). Seasonal variations in the antioxidant composition of greenhouse grown tomatoes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(1), 1-10.
8. Ali, A., Maqbool, M., Alderson, P. G., & Zahid, N. (2013). Effect of gum arabic as an edible coating on antioxidant capacity of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 76, 119-124.