

Recubrimientos con extractos de la cáscara de naranja, quitosano y alcohol polivinílico para preservar la calidad de la calabaza italiana

Coatings with Orange Peel, Chitosan and Polyvinyl Alcohol to Preserve the Quality of Italian Pumpkin

*Judith Fortiz-Hernández*¹

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo,
A.C., México*

 <https://orcid.org/0000-0003-3348-8586>

*Jorge Nemesio Mercado-Ruiz*²

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo,
A.C., México*

 <https://orcid.org/0000-0001-5190-2598>

*Tomás Jesús Madera-Santana*³

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo,
A.C., México*

 <https://orcid.org/0000-0003-3844-2800>

Recepción: 22 Noviembre 2024

Aprobación: 06 Diciembre 2024

Publicación: 31 Diciembre 2024



Acceso abierto diamante

Resumen

Se elaboraron Recubrimientos Comestibles (RCs) a base de quitosano (Q), alcohol polivinílico (APV) y extractos de cáscara de naranja (CN) para mantener la calidad de la calabaza italiana, además de dar un uso a los residuos generados en la extracción de jugo de naranja. Los extractos de CN fueron obtenidos por extracción asistida de microondas y ultrasonido (MUAE) por 30 min. Los frutos de calabaza fueron recubiertos con agua como testigo (T1), Q+APV (T2) y Q+APV+CN (T3) y almacenados a 12 °C por 15 días. Cada 5 días se evaluó el porcentaje acumulado de pérdida de peso (%), pH, acidez titulable (%), azúcares totales (°Brix), color en la cáscara del fruto (L^* , a^* , b^* , Hue* y Croma*), firmeza (N) e Índices de Pudriciones (IP) y Marchitamiento (IM). El RC T2 logró reducir 1.24 veces la pérdida de peso respecto a T1, mientras que T2 fue de 1.37 veces para el día 10. Los RCs no afectaron el color ni la firmeza, aunque sí influyeron en el pH, los ácidos orgánicos y azúcares totales. Sólo T1 tuvo IP (0.1) y un IM mayor (0.3), T2 fue 3 veces menor en T3 no se presentó después de 15 días de almacenamiento. El recubrimiento con extracto de cáscara de naranja podría ser una alternativa tecnológica para mantener la calidad de las frutas y hortalizas, al mismo tiempo que se valoriza un desecho de la industria de los jugos de naranja.

Palabras clave: cáscara de naranja, recubrimiento, quitosano, alcohol polivinílico.

Notas de autor

¹ Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. CTAOV. 83304 Hermosillo, Sonora, México.

² Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. CTAOV. 83304 Hermosillo, Sonora, México.

³ Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. CTAOV. 83304 Hermosillo, Sonora, México.

Abstract

Edible Coatings (RCs) based on chitosan (Q), polyvinyl alcohol (PAV) and orange peel extracts (CN) were elaborated to maintain the quality of Italian pumpkin, in addition to giving a use to the residues generated in the extraction of orange juice. The CN extracts were obtained by microwave and ultrasound assisted extraction (MUAE) for 30 min. Pumpkin fruits were coated with water as control (T1), Q+APV (T2) and Q+APV+CN (T3) and stored at 12 °C for 15 days. Every 5 days, the cumulative percentage of weight loss (%), pH, titratable acidity (%), total sugars (°Brix), fruit skin color (L^* , a^* , b^* , Hue* and Chroma*), firmness (N), Rot Indices (PI), and Wilting (MI) were evaluated. RC T2 achieved a 1.24-fold reduction in weight loss relative to T1, while T2 was 1.37-fold by day 10. The CRs did not affect color or firmness, although they did influence pH, organic acids and total sugars. Only T1 had PI (0.1) and a higher MI (0.3), T2 was 3 times lower in T3 did not occur after 15 days of storage. Coating with orange peel extract could be a technological alternative to maintain the quality of fruits and vegetables, while valorizing a waste product of the orange juice industry.

Keywords: orange peel, coating, chitosan, polyvinyl alcohol.

INTRODUCCIÓN

La calabacita italiana es un cultivo de gran importancia comercial en México ya que representa el 3.4 % de la producción nacional de hortalizas. Los principales Estados productores de calabacita son Sonora, Sinaloa, Tlaxcala y Nayarit, además de Hidalgo, Puebla y Morelos (SIAP, 2023). La calabaza es apreciada en la gastronomía del país por sus características nutritivas y su alto grado de digestibilidad. Sin embargo, esta hortaliza tiene una vida postcosecha relativamente corta debido a factores como la pérdida de agua, el desarrollo de enfermedades fisiológicas y el deterioro por microorganismos, generando pérdidas económicas significativas para los productores y comercializadores. Una alternativa tecnológica para evitar la pérdida de agua en frutas y hortalizas son los Recubrimientos Comestibles (RCs), los cuales pueden cubrir a un producto vegetal con una o varias capas finas de material polimérico natural y comestible, aplicados en forma líquida por inmersión o pulverización. Los RCs a base de quitosano se pueden preparar a partir de la disolución del quitosano en ácidos orgánicos, preferentemente (Bautista-Baños *et al.*, 2017) y se han empleado en la conservación de frutas y hortalizas debido a su actividad antifúngica (Berumen-Varela *et al.*, 2015; Romanazzi *et al.*, 2016; Fortunati E., 2016). Uno de los ingredientes de los RCs es el quitosano (Q), heteropolisacárido formado por unidades de N-acetyl-D-glucosamina mediante enlaces glicosídicos (β -1-4), que destaca por su biodegradabilidad, biocompatibilidad, funcionalidad, nula toxicidad, alta adherencia, propiedades antimicrobianas y capacidad para formar recubrimientos (Bautista-Baños *et al.*, 2017; Almeida *et al.*, 2020; Anaya-Esparza *et al.*, 2020). Una alternativa para mejorar el desempeño (propiedades tecnológicas y funcionales) del quitosano como recubrimiento, es su funcionalización mediante la incorporación de diversos componentes orgánicos, inorgánicos y/o biológicos dentro de la matriz polimérica (Anaya-Esparza *et al.*, 2020). Otro ingrediente muy utilizado es el alcohol polivinílico (APV), polímero sintético derivado del alcohol en vinilo, soluble en agua, no tóxico que aporta flexibilidad y permite una buena formación de las películas. Se ha reportado que el uso del APV en mezcla con el quitosano y la nisin, son efectivos para controlar el crecimiento microbiológico (Wang *et al.*, 2015), este aditivo es comúnmente utilizado en películas y empaques funcionales. La aplicación de películas y cubiertas comestibles elaborados con biomoléculas, también puede funcionar como un microsistema que ayuda a modificar las atmósferas del interior de los productos vegetales, lo que representa una alternativa para la conservación de productos hortofrutícolas frescos, al reducir significativamente la pérdida de peso, agua y el intercambio de gases, así como retrasar el envejecimiento y mejorar la calidad sensorial de éstos (Salinas Salazar, 2015). Por otro lado, los desechos que se generan de la extracción de jugos naturales son principalmente cáscara y bagazo. Estudios recientes han demostrado el beneficio de utilizar dichos subproductos por presentar altos contenidos de compuestos fenólicos como fenoles y flavonoides para ser parte de las formulaciones de recubrimientos comestibles (Rafiq *et al.*, 2018). El aprovechar los residuos de cáscara de naranja (CN) en la formulación de RCs podría mejorar la conservación de los frutos al aportan propiedades antimicrobianas y antioxidantes, además de contribuir a la reducción de desperdicios de la industria de jugos de fruta. Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de RCs a base de quitosano y alcohol polivinílico con la adición de extracto de cáscara de naranja y glicerol como plastificante, en la conservación de la calidad postcosecha de la calabacita italiana (*Cucurbita pepo*), con el fin de prolongar su vida útil y mantener sus características fisicoquímicas y sensoriales durante el almacenamiento refrigerado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

La cáscara de naranja se colectó previamente del consumo del fruto hasta que se obtuvo la cantidad necesaria.

Preparación de los extractos de cáscara de naranja

La CN se sometió a secado en una estufa de convección VWR (Scientific Products) a una temperatura de 40 °C por 24 h. Posteriormente se realizó una molienda de la cáscara seca en pequeñas proporciones y tiempos cortos en una licuadora comercial.

Extracción asistida de microondas y ultrasonido

En seguida se realizó una extracción de cáscara de naranja (CN) por Extracción asistida de microondas y ultrasonido en un equipo MUAE (Nonjing Xianou Instruments Manufacture, China). Se peso 10 g de CN y se mezcló con 110 mL de una solución etanólica (50 %) en una placa de agitación Lab Tech (USA) de manera constante durante 5 min. La extracción se realizó bajo las siguientes condiciones de microondas (Potencia 600 Watts y temperatura de 35 °C) y de ultrasonido (Potencia de 10 %, por un tiempo de 15 y 30 minutos). Después la solución se filtró con papel filtro Whatman No. 1 en un embudo de cerámica por medio de una bomba de vacío Busch Inc. (USA). El extracto etanólico filtrado se colocó en recipientes para ser secado en la estufa a 35 °C durante 48 h, obteniendo un polvo amarillo, el cual se pesó en una balanza (Mettler AE240) y se envasó hasta su uso. A los polvos de extracción de CN provenientes de las diferentes extracciones (maceración y de MUAE) se les evaluó su contenido de fenoles y flavonoides totales, resultando el extracto de CN obtenido por MUAE 30 min con mayor contenido (3.12 meq ác. gálico/mL y 17.5 meq quercetina/mL) por lo que éste fue el que se utilizó para la formulación del RCs.



Figura 1

Calabaza italiana “Aurora” utilizada para el estudio. Cáscara de naranja (CN) seca y molida; extracto de CN macerada por 48 h y secado; extractos de CA obtenidos por MUAE durante 15 y 30 min y secados.

Aplicación de los recubrimientos

Preparación de las mezclas.

Se utilizó quitosano con peso molecular de 169 kDa y un grado de des acetilación del 83 %. Se preparó Quitosano al 1 %, en una solución de ácido acético al 1 %. Este fue disuelto en una placa de agitación

(LabTech) durante 12 h. Se agregó enseguida el glicerol (REASOL, México). Por otro lado, se preparó APV al 1 % v/v (CIVEQ, México) y 0.25 % del extracto de CN por 100 mL de solución.

Aplicación de los tratamientos.

Se utilizaron 90 calabacitas italianas (*Cucurbita pepo* L.) "Aurora", obtenidas de un mercado local, en madurez comercial, de color verde, tamaño uniforme y libres de defectos visibles. Las calabazas fueron lavadas con una solución de hipoclorito de sodio (200 mg/L) en agua corriente y secadas a temperatura ambiente (TA). Para cada tratamiento se utilizaron 30 frutos, los cuales se sumergieron en los tratamientos correspondientes durante 60 segundos para luego retirar el exceso y dejarlas secar a TA. Los tratamientos fueron: inmersión en agua potable como Testigo (T1), otro grupo en Q+APV (T2) y el último grupo en Q+APV+CN (T3) los cuales se almacenaron a 12 °C durante 15 días.

Evaluaciones durante el almacenamiento

Las calabacitas se pesaron, se midió el color, firmeza, °Brix, pH y acidez inicial. Posteriormente, se realizaron análisis cada 5 días durante 15 días.

Pérdida de peso acumulada.

10 frutos por cada tratamiento se pesaron el día inicial y cada 5 d durante el almacenamiento a 12 °C. Los resultados se expresaron como el porcentaje del peso inicial perdido.

$$\text{Pérdida de peso acumulada (\%)} = \left[\frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \right] (100)$$

Calidad interna.

10 g de calabaza se procesaron en una licuadora con 50 mL de agua destilada, enseguida se filtró en tela de organza y se tomó una alícuota de 50 mL para valorar la muestra en un titulador automático Mettler (DL21, Suiza) con una solución de NaOH (SIGMA, USA) 1 N hasta un punto final de pH 8.2. El resultado de Acidez Titulable (AT) se expresó como el porcentaje de ácido cítrico presente en la muestra. Al mismo tiempo, se obtuvo la lectura del pH con el mismo equipo. Los azúcares totales se midieron con un refractómetro (Abbe Mark II), expresando los resultados en °Brix. Todas las evaluaciones se realizaron por triplicado.

Color externo.

El color de la cáscara de la calabacita se registró en tres puntos con un colorímetro Minolta (CR300, Tokio, Japón) en 5 frutos por tratamiento. Se evaluaron los parámetros de color (L^* , a^* y b^*), además ángulo de tono (Hue*) y ángulo de matiz (Croma*).

Firmeza.

La firmeza se determinó en 2 puntos de la zona ecuatorial del fruto con un penetrómetro Chatillon (DFM-50, USA) equipado con punzón cónico de 8 mm de diámetro. Para ello, una porción de la cáscara se retiró en la zona donde se haría la punción. La medición se realizó por triplicado expresando los resultados en Newtons.

Evaluaciones subjetivas.

Se evaluó deterioro, pudriciones y marchitamiento en los frutos para la determinación de pérdida de peso. Se empleó la escala Adel Kader (1997), para pudriciones la presencia se midió con 0= sin pudrición (0 %) y 1= con pudrición (>5 %). En marchitamiento o deshidratación se calculó con base a la escala hedónica donde 1= sin deshidratación (0 %), 2= deshidratación ligera (10 %), 3= deshidratación moderada (25 %), 4= deshidratación moderadamente severa (50 %) y 5= deshidratación severa. Se calculó el índice de marchitamiento o deshidratación (IM) con la siguiente fórmula:

$$IM = \left[\frac{(n * 1) + (n * 2) + (n * 3) + (n * 4) + (n * 5)}{N} \right] (100)$$

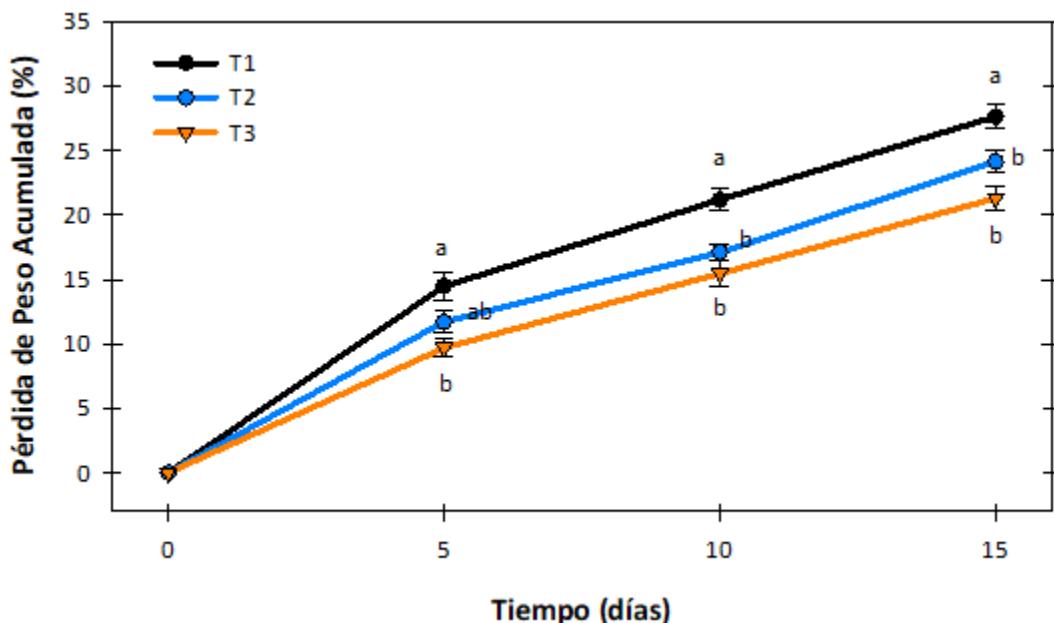
Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el análisis de la varianza (ANOVA) de una sola vía. Cuando hubo significancia, se efectuó una comparación de medias por la prueba de rangos múltiples de Tukey, con un nivel de significancia de ($p \leq 0.05$). Todos los datos fueron procesados en el programa NCSS-9 Statistical Software 2017 (Kaysville, UT. USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pérdida de peso

El mayor incremento en la pérdida de peso se observó en los frutos testigo (T1) alcanzando 27.6 % a los 15 días de almacenamiento (Figura 2). T3 presentó diferencias significativas respecto a T1 durante todo el almacenamiento con la menor pérdida de peso. T2 fue diferente estadísticamente de T1 a partir del día 10, sin embargo, entre T2 y T3 no se observaron diferencias ($p \geq 0.05$). Estos resultados coinciden con Madera-Santana *et al.*, (2023) donde la aplicación de recubrimientos de quitosano, agar y aceite de tomillo en frutos de aguacate redujo la pérdida de peso en casi un 30 %, atribuida a las propiedades de barrera del recubrimiento. Además, la mayor diferencia entre el testigo y los frutos con recubrimiento se observó a los 10 días de almacenados a 12 °C. T2 perdió 1.24 veces menos peso que T1, mientras que en T3 la pérdida fue 1.37 veces menor.

**Figura 2**

Pérdida de peso de frutos de calabaza italiana “Aurora” recubiertos con Quitosano (Q), Alcohol polivinílico (PVA) y/o cáscara de naranja (CN) bajo almacenamiento a 12 °C por 15 días. Medias de 10 repeticiones, letras diferentes al mismo día presentan diferencias significativas ($p\leq 0.05$).

Calidad interna

El pH de la calabaza se vio afectada ($p\leq 0.05$) por los RCs al menos hasta el día 10 con valores mayores que los frutos Testigo (Tabla 1). Al día 15 los valores de pH disminuyeron para todos los tratamientos a niveles semejantes a los obtenidos al inicio del almacenamiento (6.5). Aunque no se presentaron diferencias significativas entre los RCs y el testigo, los valores fueron ligeramente mayores. En cuanto a la acidez titulable, su comportamiento fue errático ya que los valores se mantuvieron semejantes hasta el día 5, disminuyeron al día 10 y para el día 15 volvieron a valores semejantes al día inicial (0.08 %). Las diferencias estadísticas solo se presentaron al día 10 entre T1 y los RCs, con menores valores para estos últimos. Respecto a los azúcares totales, destaca la diferencia ($p\leq 0.05$) en el incremento observado entre los RCs (6.0 °Brix) y testigo (4.87 °Brix) durante el día 10 de almacenamiento. Aunque para el día 15 se presentaron diferencias significativas entre ellos, los valores fueron semejantes a los días anteriores (entre 4.7 °Brix), salvo en testigo que fue menor (4.3 °Brix).

Aunque en los frutos no climatéricos, como es el caso de la calabaza italiana, normalmente se observan grandes cambios en estas variables, en el presente estudio pudo observarse el efecto de los RCs después de 10 días a 12 °C, donde la disminución de los ácidos orgánicos coincide con el aumento en los azúcares disponibles. En un fruto climatérico el resultado estaría directamente relacionado con un aumento en la tasa respiratoria, lo cual no sucedió dado la menor pérdida de peso presentada por los RCs. El extracto de naranja, en general, no afectó este comportamiento de las variables mencionadas.

Tabla 1

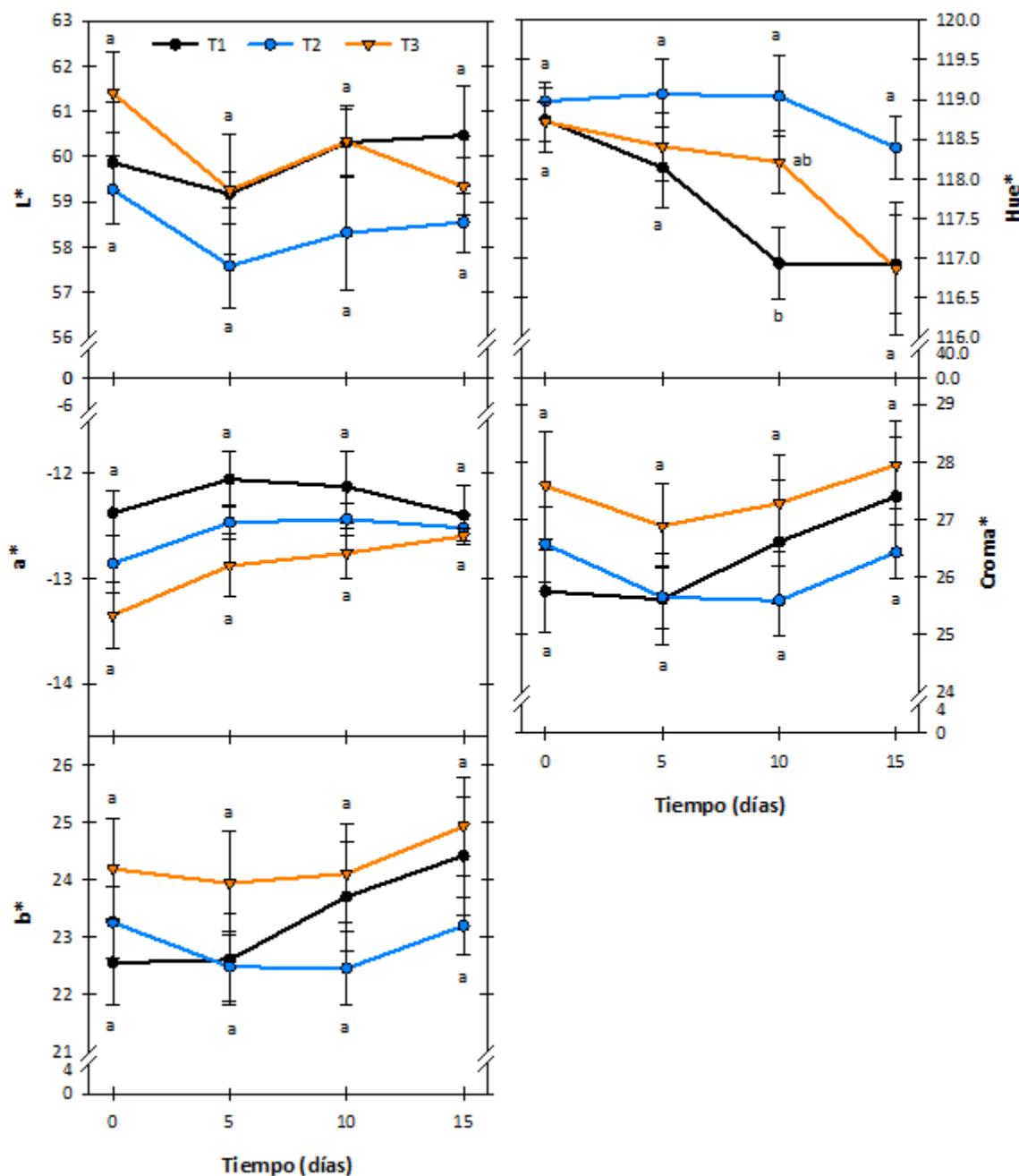
Evaluación del pH, acidez titulable y azúcares de frutos de calabaza italiana “Aurora” recubiertos con Quitosano (Q), Alcohol polivinílico (APV) y/o cáscara de naranja almacenados a 12 °C por 15 días.

Tratamiento	Tiempo (días)	Calidad Interna		
		pH	Acidez Titulable (% ácido cítrico)	Azúcares totales (° Brix)
T1	0	6.59 ± 0.02*	0.08 ± 1.7E-03	4.77 ± 0.15
T1	5	6.76 ± 0.01 ^a	0.09 ± 3.9E-03 ^a	5.07 ± 0.20 ^a
T2		6.83 ± 0.01 ^b	0.09 ± 3.0E-03 ^a	4.53 ± 0.18 ^a
T3		6.83 ± 0.02 ^b	0.08 ± 0.0100 ^a	4.50 ± 0.06 ^a
T1	10	6.46 ± 0.01 ^a	0.08 ± 0.0100 ^a	4.87 ± 0.03 ^a
T2		6.65 ± 0.02 ^b	0.06 ± 4.2E-03 ^b	6.00 ± 0.15 ^b
T3		6.75 ± 0.03 ^c	0.05 ± 8.5E-04 ^b	6.00 ± 0.15 ^b
T1	15	6.30 ± 0.02 ^a	0.13 ± 0.0200 ^a	4.30 ± 0.06 ^a
T2		6.56 ± 0.01 ^a	0.08 ± 0.0100 ^a	4.73 ± 0.03 ^b
T3		6.46 ± 0.12 ^a	0.08 ± 2.3E-03 ^a	4.67 ± 0.15 ^{a,b}

* Medias de 3 repeticiones. Letras diferentes al mismo día presentan diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Color externo

El color de la cáscara de los frutos no se vio afectado con los RCs aplicados, incluso con la adición de extracto de naranja (Figura 3). En pruebas preliminares, se obtuvieron películas conteniendo CN, las cuales presentaron una coloración amarillo-naranja, sin embargo, aparentemente esto no influyó en los resultados de color. No se observaron diferencias significativas en la mayoría de los parámetros evaluados, aunque sí ciertas tendencias. Por ejemplo, T1 y T3 se comportaron semejante y con valores mayores de luminosidad que T2. Valores menores en el parámetro a^* (color verde) se observaron en T3, aunque también presentó valores más positivos en b^* y que están relacionados con el color amarillo. El cambio de tono (Hue*) fue menor en T2 durante el almacenamiento y la intensidad del color se vio más favorecida en los frutos con T3 (Croma*). A pesar de estas tendencias, los cambios en las variables no fueron suficientes para ser de importancia, lo cual puede resultar conveniente comercialmente ya que no afectó el aspecto del fruto.

**Figura 3**

Cambios de color (L^* , a^* , b^* , Hue* y Croma*) de frutos de calabaza italiana "Aurora" recubiertos con agua (T1), Quitosano + Alcohol polivinílico (T2) o Quitosano + Alcohol polivinílico + cáscara de naranja (T3) almacenados a 12 °C por 15 días. Medias de 10 repeticiones, letras diferentes al mismo día presentan diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Firmeza

Al igual que la anterior variable, este parámetro aparentemente no se vio afectado por los RCs ya que no se observaron diferencias significativas en los resultados (Figura 4). Quizás debido al método de análisis, las tendencias de la firmeza durante almacenamiento no guardan ninguna relación con los resultados de pérdida de peso. Salvo la que presentó T1, al disminuir del día 0 de 59.9 N a 51.1 N para el día 15, aunque nada

concluyente debido a la variabilidad de los resultados. De ahí que no se pueda afirmar categóricamente que T2 presentó una retención de la firmeza mejor que T3 o T1.

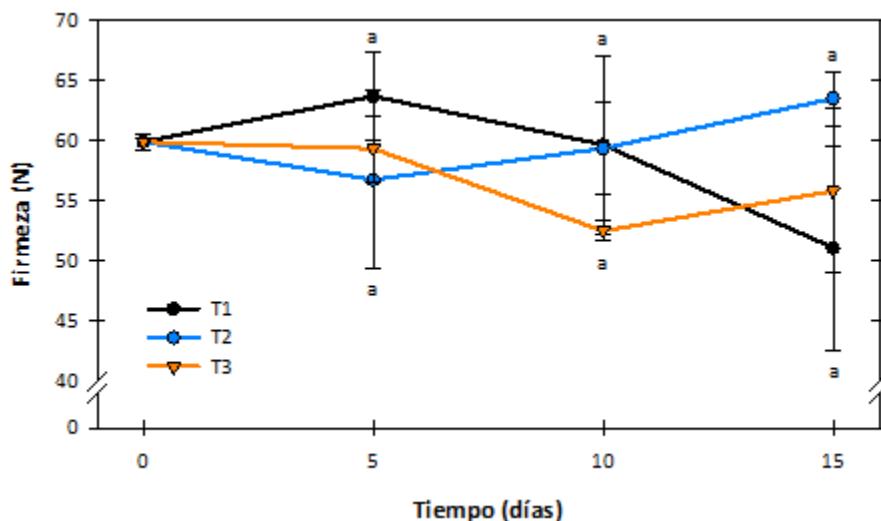


Figura 4

Cambios de firmeza en frutos de calabaza italiana “Aurora” recubiertos con agua (T1), Quitosano + Alcohol polivinílico (T2) o Quitosano + Alcohol polivinílico + cáscara de naranja (T3) almacenados a 12 °C por 15 días. Medias de 5 repeticiones, letras diferentes al mismo día presentan diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Evaluaciones subjetivas

En la tabla 2 se puede apreciar que sólo hasta después de 10 días de almacenamiento se pudo apreciar la presencia de pudriciones y el marchitamiento de los frutos. Para el día 15 las calabazas testigo presentaron un índice de pudriciones de 0.1, mientras que no se apreció con las calabazas con RCs. Como era de esperarse, la acción del quitosano influyó, sin embargo, no se fue posible establecer un efecto sinérgico de este con el extracto de CN. Por otro lado, los resultados respecto al índice de marchitamiento aparentan una estrecha relación con lo observado en la pérdida de peso dado que el mayor índice lo presentan las calabazas T1. Además, T2 presentó un índice de marchitamiento 3 veces menor que T1, mientras que en T3 no fue observado este deterioro de la calidad.

Tabla 2

Índices de pudriciones y marchitamiento de calabaza italiana “Aurora” recubiertos con Quitosano (Q), Alcohol polivinílico (APV) y/o cáscara de naranja almacenados a 12 °C por 15 días.

Tratamiento	Tiempo (días)	Índice de Pudriciones	Índice de Marchitamiento
Todos	0 al 10	-	-
T1	15	0.1*	0.3 ^a
T2		0	0.1 ^b
T3		0	0

CONCLUSIONES

El recubrimiento con extracto de cáscara de naranja en calabaza italiana “Aurora” podría ser utilizado como una tecnología alternativa para mantener su calidad en condiciones de refrigeración hasta por 10 días a 12 °C. Recomendamos evaluar el potencial benéfico de este extracto a diferentes concentraciones en combinación con otras tecnologías para la preservación de la calidad de frutos y vegetales.

Referencias

- Almeida, AR., Vinicius M., Herck M., Sganzerla WG., Lopes G., Goncalves C., Mara, BJ., Ramos, N. & Manique, B. (2022). Production of chitosan and poly (vinyl alcohol) films functionalized with hop extract (*Humulus lupulu* var Cascade) for food packaging application. *Food Packaging and Shelf Life* 32:100833.
- Anaya-Esparza, L., Pérez-Lanos, A., Ruvalcaba-Gómez, J., Sánchez-Burgos, J., Romero-Toledo, R. & Montalvo-González, E. (2020) Funcionalización de los recubrimientos a base de quitosano para la conservación postcosecha de frutas y hortalizas. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químicas-Biológicas* 23:1-14.
- Bautista-Baños, S., Ventura-Aguilar, R., Corea-Pacheco, Z. & Corona-Rangel, M. (2017). Chitosan: a versatile antimicrobial polysaccharide for fruit and vegetables in postharvest-a review. *Revista Chapingo, Serie Horticultura* 23(2):103-121.
- Berumen-Varela, G., Coronado, PL., Ochoa, J.V., Chacón, L.M. & Gutiérrez, P. (2015). Efecto del quitosano en la inducción de resistencia contra *Colletotrichum* sp. en mango (*Mangifera indica* L) cv Tommy Atkins. *Investigación y Ciencia* 66:16-21.
- Fortunati, E. (2016). Multifunctional films, blends and nanocomposites based on chitosan: use in antimicrobial packaging. *Antimicrobial Food Packaging* 38:467-477.
- Madera-Santana, T., Toledo-López, V., Martínez-Robinson, K., Rejón-Moo, V. & Fortiz-Hernández, J. (2023). Evaluación de películas comestibles de quitosano, agar y tomillo para mantener la calidad de frutos de aguacate "Hass" durante el almacenamiento. *Biotecnia XXV* (1):116-125.
- Rafiq, S., Kaul, R., Sofi, A., Bashir, N., Nazir, F. & Ahmad, NG. (2018) Citrus peel as a source of functional ingredient, A review. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 17:351-358.
- Romanazzi, G., Sanzan, SM., Yang, B., Tian, S., Gutierrez, MP. & Alkan N (2016). Induced resistance to control postharvest decay of fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 122:82-94.
- Salinas Salazar, VM., Trejo Márquez, MA. & Lira, VA. (2015). Propiedades físicas, mecánicas y de barrera de películas comestibles a base de mucílago de Nopal como alternativa para la aplicación en frutos. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 16 (2): 193-198.
- SIAP (2023). Servicio de información agroalimentaria y pesquera. México: SAGARPA. Consultado en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.
- Wang, H., Zhang, R., Jiang, S., Liu, H., Sun, M. & Jiang, S. (2015). Cinética y eficacia funcional de la película de envasado antimicrobiana cargada con nisin a base de quitosano/poli-(alcohol vinílico). *Carbohydrate polymers* 127:64-71.

Información adicional

redalyc-journal-id: 813

**Disponible en:**

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81381932003>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la
academia

Judith Fortiz-Hernández, Jorge Nemesio Mercado-Ruiz,
Tomás Jesús Madera-Santana

**Recubrimientos con extractos de la cáscara de naranja,
quitosano y alcohol polivinílico para preservar la calidad
de la calabaza italiana**

**Coatings with Orange Peel, Chitosan and Polyvinyl
Alcohol to Preserve the Quality of Italian Pumpkin**

Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha
vol. 25, núm. 2, p. 124 - 135, 2024

Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.,
México
rebasa@hmo.megared.net.mx

ISSN: 1665-0204