VOLUMEN 48
XXXI Verano De la Ciencia
ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

Evaluación de suspensiones preparadas a base de mucílago de diferentes cactáceas y nanopartículas de plata (M-AgNPs) como recubrimiento de tomate Cherry

Evaluation of mucilage- and silver nanoparticle-based suspensions (M-AgNPs) prepared from different cacti as coatings for Cherry tomatoes

Frida Alejandra Varela-Sánchez[1], Ángel Gabriel Díaz-Rodríguez[2], Kattia Daniela Flores-Hernández[3], Fabiola Angulo Romero[4], María de Lourdes Reyes-Escogido[4]

[1] Licenciatura en Nutrición, Departamento de Medicina y Nutrición, División de Ciencias de la Salud, Campus León.
[2] Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo. División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato.
[3] Licenciatura en Biología Experimental, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato.
[4] Departamento de Medicina y Nutrición, División de Ciencias de la Salud, Campus León.
fa.varelasanchez@ugto.mx; ag.diaz.rodriguez@ugto.mx; kd.floreshernandez@ugto.mx; fangulo@ugto.mx; ml.reyes@ugto.mx

Resumen

El uso de recubrimientos comestibles elaborados con biopolímeros naturales representa una estrategia prometedora para prolongar la vida útil de frutas y hortalizas. En este estudio se evaluó el efecto de suspensiones elaboradas con mucílagos de *C. imbricata*, *O. robusta* y *O. streptacantha*, con y sin nanopartículas de plata (AgNPs), como recubrimientos para tomate Cherry. Las AgNPs se sintetizaron utilizando los mucílagos como agentes reductores y estabilizantes, y su formación se confirmó mediante espectroscopía UV-Vis, que mostró una banda de absorción entre 400 y 500 nm propio de las AgNPs. Los tomates se recubrieron por inmersión y se almacenaron durante siete días. Los resultados mostraron que los recubrimientos no afectaron significativamente la pérdida de peso respecto al control. Sin embargo, los recubrimientos elaborados con mucílagos sin AgNPs permitieron una mejor conservación del color. Por su parte, los tomates recubiertos con mucílagos que contenían AgNPs presentaron una menor acidez que aquellos tratados con los correspondientes mucílagos sin nanopartículas. Ninguno de los tratamientos favoreció la conservación del contenido de licopeno ni de polifenoles totales. En contraste, todos los recubrimientos disminuyeron la pérdida de antocianinas respecto al control, especialmente los formulados sin AgNPs. La actividad antioxidante se mantuvo elevada en todos los tratamientos, aunque ligeramente inferior al control, excepto en las muestras recubiertas con MCI, que alcanzaron una actividad del 85.5%. Los resultados sugieren que los mucílagos de estas cactáceas constituyen una alternativa prometedora para el desarrollo de recubrimientos comestibles, aunque se requieren estudios adicionales para confirmar su eficacia y optimizar su aplicación.

Palabras clave: Cactácea, Mucilago, AgNPs, Recubrimiento biodegradable.

Introducción

La demanda mundial de alimentos aumenta constantemente lo que representa uno de los principales desafíos para la seguridad alimentaria. Van Dijk *et al*. (2021) proyectaron un incremento de entre 35 y 56 % en la demanda global de alimentos para el año 2050, lo que implica retos importantes tanto para la producción agrícola como para la conservación, transporte y distribución de los productos. Después de la cosecha, los frutos continúan su proceso de maduración y posteriormente de deterioro como consecuencia de procesos fisiológicos, así como de factores ambientales y biológicos lo que afecta su calidad y vida útil. Debido a esto, es necesario implementar estrategias que permitan reducir las pérdidas postcosecha.

Una de las estrategias empleadas es el uso de biopelículas y recubrimientos comestibles. Estos son películas biodegradables elaboradas a base de biopolímeros los cuales actúan como barreras semipermeables, disminuyendo la pérdida de agua y el intercambio gaseoso, lo que retrasa la maduración y prolonga la vida útil de las frutas y hortalizas (Wang *et al*., 2025).

Entre los materiales naturales que se han utilizado para elaborar recubrimientos, se encuentran los mucílagos, biopolímeros compuestos principalmente por polisacáridos. Estos presentan una alta capacidad de retención de agua, son biodegradables y biocompatibles, y son capaces de formar películas que funcionan como matrices protectoras, reduciendo la pérdida de humedad y regulando el intercambio gaseoso.

No obstante, los recubrimientos elaborados exclusivamente con biopolímeros presentan algunas limitaciones, entre ellas, una baja resistencia mecánica, alta permeabilidad al vapor de agua y escasa actividad antimicrobiana. Para superar estas deficiencias, se ha propuesto la incorporación de nanomateriales, los cuales fortalecen la estructura del recubrimiento, mejoran su efecto de barrera y potencian su actividad antimicrobiana (Wang *et al*., 2025).

Entre estos nanomateriales, las nanopartículas de plata (AgNPs) han recibido especial atención debido a su amplio espectro de actividad antimicrobiana frente a bacterias, hongos y levaduras. Lieu *et al*. (2024) mencionan que las AgNPs pueden aplicarse en frutas y hortalizas mediante inmersión o incorporarse en recubrimientos comestibles y películas de empaque, contribuyendo a mejorar la conservación de los productos durante el almacenamiento.

La incorporación de AgNPs en matrices biopoliméricas ha sido estudiada en materiales como quitosano, alginato, almidón, gelatina, celulosa y otros polímeros naturales. Estos sistemas han mostrado potencial para reducir el crecimiento microbiano, disminuir el deterioro y prolongar la vida útil de frutas y hortalizas (Lieu *et al*., 2024). No obstante, la combinación específica de nanopartículas de plata con mucílagos de cactáceas continúa siendo un área poco explorada.

Diversos estudios han evaluado el uso de mucílagos de cactáceas como materiales para la elaboración de recubrimientos comestibles, mientras que otros han empleado el mucílago de *Opuntia ficus-indica* como agente reductor para la síntesis verde de nanopartículas de plata (Ramírez Sánchez, 2017). Sin embargo, existe escasa información sobre la incorporación de AgNPs en recubrimientos elaborados con mucílagos de cactáceas silvestres como lo son: *Opuntia robusta*, *Opuntia streptacantha* y *Cylindropuntia imbricata*. En este sentido, la presente investigación representa una propuesta novedosa para el desarrollo de recubrimientos activos basados en biopolímeros naturales.

En este estudio, se utilizó como modelo el tomate Cherry (*Solanum lycopersicum*), una variedad de alto valor nutricional caracterizada por su sabor dulce y elevado contenido de compuestos bioactivos. Entre ellos destaca el licopeno, principal carotenoide responsable del color rojo del fruto y reconocido por su actividad antioxidante, cuya concentración varía según la variedad, el grado de madurez y las condiciones de almacenamiento (Baek *et al*., 2024). Además, el tomate contiene compuestos fenólicos, flavonoides y pequeñas cantidades de antocianinas, metabolitos con capacidad antioxidante cuya concentración puede modificarse durante la maduración y el almacenamiento. Durante la etapa postcosecha, el tomate Cherry experimenta cambios en diversos parámetros fisicoquímicos lo que repercute en su calidad. Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial de recubrimientos a base de mucílagos de las cactáceas silvestres *O. robusta*, *O. streptacantha* y *C. imbricata*, con y sin nanopartículas de plata, como una estrategia para conservar la calidad fisicoquímica del tomate Cherry durante su almacenamiento postcosecha.

Metodología

1. Síntesis de nanopartículas de plata utilizando el mucílago (M-AgNPs)

En este trabajo se utilizaron los mucílagos de las cactáceas silvestres: *Opuntia robusta* (MOR)*, Opuntia streptacantha* (MOS) *y Cylindropuntia imbricata* (MCI).

Para la síntesis de las nanopartículas, se preparó una suspensión de cada mucílago al 0.5 % en agua desionizada, la suspensión se mantuvo en agitación a temperatura constante (70-75ºC) hasta disolución completa del mucílago. Una vez disuelto, se agregó el $AgNO_3$ en solución para obtener una concentración final de 10 mM. El calentamiento y agitación continuaron durante 2-3 horas hasta que fue visible un cambio de color de la solución a un tono café, lo cual se relacionó con la presencia de nanopartículas de plata.

Paralelamente, como control se prepararon suspensiones de cada mucílago sin $AgNO_3$ bajo las mismas condiciones. Al terminar el calentamiento se agregó glicerol para una concentración final del 0.1%. La suspensión se enfrió y se obtuvo el espectro UV-vis en el rango de 300 a 800 nm para corroborar la presencia de AgNPs. En la tabla 1 se identifican cada una de las suspensiones preparadas.

***Tabla 1**. Descripción de las suspensiones de mucílago preparadas para los recubrimientos.*

Identificación	Descripción
MCI	Suspensión de mucílago *Cylindropuntia imbricata*
MCI-AgNPs	Suspensión de mucílago *Cylindropuntia imbricata* con AgNPs
MOR	Suspensión de mucílago *Opuntia robusta*
MOR-AgNPs	Suspensión de mucílago *Opuntia robusta* con AgNPs
MOS	Suspensión de mucílago *Opuntia streptacantha*
MOS-AgNPs	Suspensión de mucílago *Opuntia streptacantha* con AgNPs

2. Evaluación de las suspensiones M-AgNPs como recubrimiento utilizando como modelo tomate cherry

Los tomates se adquirieron en una tienda local y se clasificaron por tamaño. Se formaron grupos de 5 para evaluar cada tratamiento. Se registraron los pesos y el color antes de aplicar los recubrimientos. Para determinar la efectividad como recubrimiento, de cada una de las suspensiones de mucílago con y sin nanopartículas, los tomates se sumergieron en la respectiva suspensión. Se colocaron sobre papel seda y se mantuvieron en almacenamiento a 22°C. Paralelamente se colocó un grupo de tomates sin recubrimiento como control. Los cambios físicos observables se documentaron mediante fotografías durante siete días.

2.1 Análisis fisicoquímicos

Para determinar si los recubrimientos influyen en las propiedades fisicoquímicas de los tomates. Se determinó el color de los frutos y posteriormente se obtuvo la pulpa la cual se utilizó para determinar el pH, la acidez titulable, sólidos totales, contenido de licopeno, antocianinas y polifenoles totales, así como la actividad antioxidante. Las determinaciones se realizaron al tiempo 0 y a los 7 días de aplicar los recubrimientos.

2.1.1 Determinación de sólidos solubles totales (°Brix)

Se colocaron 0.1 g de la pulpa obtenida en tubo Eppendorf de 0.5 ml y se centrifugaron a 5,000 rpm durante 10 minutos. Los sólidos solubles totales (°Brix) se determinaron colocando directamente una gota del sobrenadante en el refractómetro digital.

2.1.2 Determinación de acidez titulable

5 g de pulpa de tomate se aforaron a 25 ml con agua destilada. La suspensión se filtró. Se tomaron alícuotas de 5 ml del filtrado por triplicado, se colocaron en matraz Erlenmeyer y se añadieron 2 gotas de fenolftaleína. Se valoró con NaOH 0.1N. La acidez titulable se reportó en porcentaje, utilizando la siguiente fórmula:

$$\% AT = \left(\frac{(VolNaOH \cdot N \cdot mEqAC)}{Wm}\right) * 100$$

Donde:

Vol NaOH: volumen gastado en la titulación

N: normalidad del NaOH (0.1 N)

mEq AC: miliequivalentes de ácido cítrico = 0.064

Wm: peso de la muestra en g

2.1.3 Contenido de licopeno

En un tubo falcon de 15 ml se colocaron 4 g de pulpa, se agregaron 8 ml de una mezcla hexano:etanol:acetona (2:1:1), después de agitar en vortex se dejaron en reposo 10 min. pasado el tiempo de reposo se adicionó 1 ml de agua destilada y se agitó nuevamente. Se dejó reposar hasta observar la separación de fases. Se determinó la absorbancia de la fase orgánica a 503 nm utilizando la mezcla hexano:etanol:acetona como blanco.

El contenido de licopeno se determinó utilizando la siguiente formula:

$$Licopeno\ (\frac{mg}{Kg}) = A503 \cdot \frac{31.2}{Wm}$$

Donde:

A503: Absorbancia a 503 nm

31.2: coeficiente de absorción específica para licopeno en hexano,

Wm: peso de la muestra en g

Procesamiento de muestras para determinación de antocianinas, polifenoles totales y actividad antioxidante

A 4 g de la pulpa se le adicionaron 8 ml de una mezcla metanol: agua (1:1). La suspensión se centrifugó a 5,000 rpm durante 5 min. el sobrenadante se filtró y se utilizó para las siguientes determinaciones.

2.1.4 Contenido de antocianinas

Una alícuota del sobrenadante se colocó en una cubeta de cuarzo y se leyó la absorbancia a 529 nm utilizando como blanco la mezcla metanol:agua.

El contenido de antocianinas se calculó con la siguiente formula:

$$Antocianinas\left(\frac{mg}{100G}\right) = \frac{A529 * V * 449 * 1000}{W * 23900}$$

Donde:

A529: absorbancia a 529 nm

V: volumen total del extracto en ml

449: peso molecular de la antocianina de la cianidina-3-glucósido

23900: coeficiente de extinción molar de la cianidina-3-glucósido

Wm: peso de la muestra en g

2.1.5 Polifenoles totales

Los polifenoles totales se determinaron por el método de Folin-Ciocalteu. Se preparó una curva estándar de ácido gálico en el intervalo de 10-100 µg/ml. A 250 µl de estándar, blanco o muestra se agregaron 1.250 ml de reactivo Folin-Ciocalteu al 10%, se mezcló y dejó reposar durante 10 min. Se agregó 1 ml de Na_2CO_3 al 7.5 %, se mezcló y calentó a 40ºC en baño maría durante 30 min. la absorbancia se determinó a 765 nm. La concentración de polifenoles totales en la muestra se calculó utilizando la ecuación de la recta de la curva estándar.

ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

2.1.6 Actividad antioxidante por el método de DPPH

A 20 µl de muestra, estándar o blanco se adicionaron 200 µl de reactivo DPPH 0.15 mM. La mezcla se mantuvo en agitación durante 30 min en oscuridad y se leyó la absorbancia a 517 nm. El porcentaje de inhibición se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\%\ inhibición = \frac{Absb - Absm}{Absb} * 100$$

Donde:

Absb: Absorbancia del blanco

Absm: Absorbancia de la muestra

Resultados y discusión

Los mucílagos presentaron diferente eficiencia para la síntesis de nanopartículas. A las dos horas de síntesis fue visible el desarrollo del color café en los mucílagos de *C. imbricata* y *O. robusta*, mientras que el mucílago de *O. streptacantha* requirió de tres horas para este cambio. Como se observa en la figura 1, los tonos cafés fueron diferentes para cada mucilago, lo cual puede estar relacionado con la composición de los mucílagos, así como con la concentración y tamaño de las AgNPs presentes. Los espectros UV-vis mostraron un pico único en el intervalo de 400-500 nm, el cual corresponde a AgNPs (figura 2).

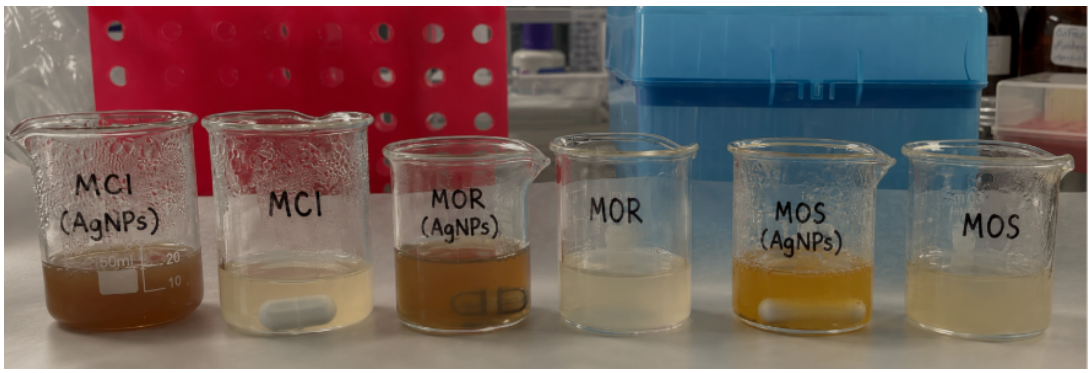
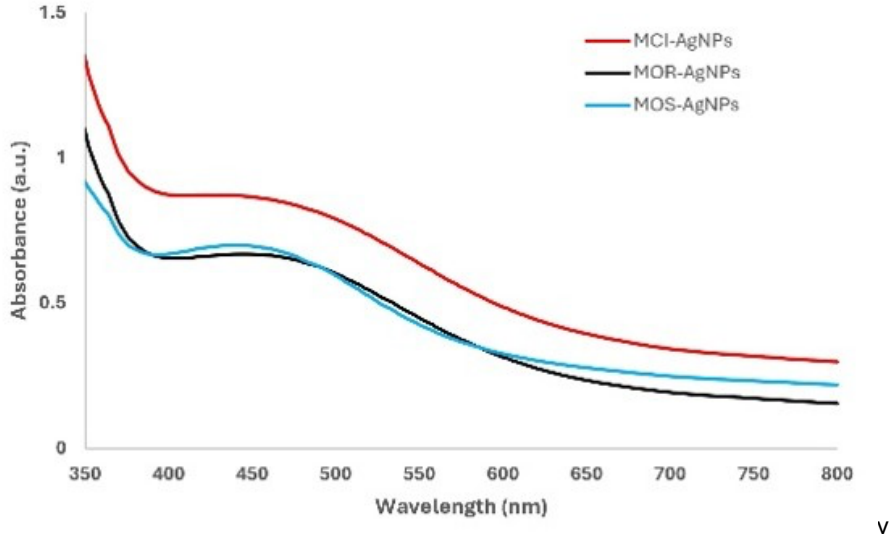


Figura 1. Color de las suspensiones de cada uno de los mucílagos (M-AgNPs) después de la síntesis de AgNPs. MCI mucílago de C. imbricata, MOR, mucílago de O. robusta, MOS, mucílago de O. streptacantha.

VOLUMEN 48
XXXI Verano De la Ciencia
ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx



v

Figura 2. Espectro UV-vis de las suspensiones de los mucílagos con las AgNPs sintetizadas. MCI, mucílago de C. imbricata, MOR, mucílago de O. robusta, MOS, mucílago de O. streptacantha.

Para evaluar la efectividad de las suspensiones de cada uno de los mucílagos con y sin AgNPs se utilizó el tomate Cherry como modelo. En la tabla 2 se presentan las características fisicoquímicas de los tomates antes de aplicar el recubrimiento. Se realizó un registro fotográfico diario de los cambios físicos de los tomates durante 7 días (figura 3).

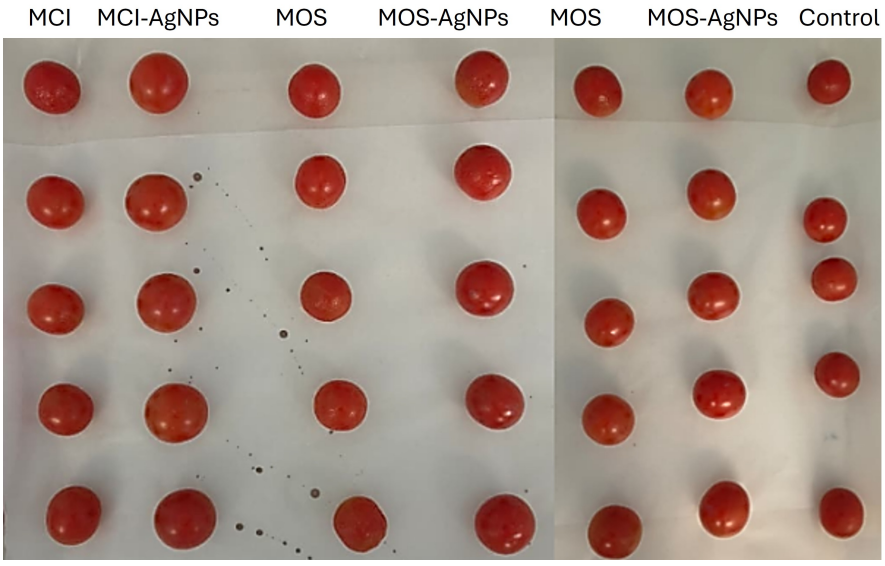


Figura 3. Cambios físicos en los tomates Cherry a los 7 días de aplicados los recubrimientos.

Al terminar este periodo, se determinaron las características fisicoquímicas para conocer los cambios sufridos por los tomates en el periodo de tiempo establecido. Respecto al peso, el grupo control, sin recubrimiento, presentó una pérdida del 8.54 ± 1.15 %. No se presentan diferencias estadísticamente significativas con las pérdidas de peso observadas para la mayoría de los tomates con recubrimiento, excepto para MOS que tuvo

la mayor pérdida (figura 4). Podría inferirse que el mucilago de *O. streptacantha* atrapa moléculas de agua del fruto ocasionando su pérdida de peso.

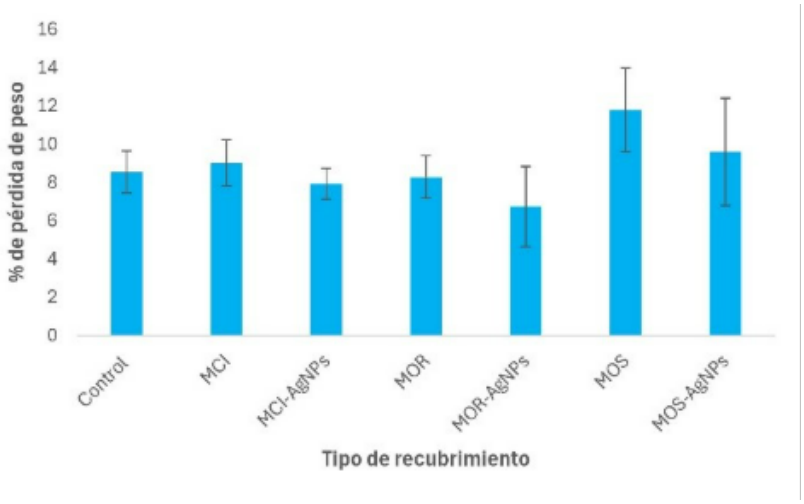


Figura 4. Comportamiento del peso de los tomates Cherry recubiertos de los mucílagos con y sin nanopartículas de plata.

Respecto al color, los valores ΔE son mayores en los recubrimientos con M-AgNPs, lo cual puede ser debido a que los recubrimientos con las AgNPs son más oscuros que el recubrimiento de los mucílagos solos. Sin embargo, las muestras con recubrimiento de mucílagos solos presentan un menor ΔE que el control sin recubrimiento, lo cual sugiere que los recubrimientos con los mucílagos permiten conservar el color de los tomates.

Para conocer el efecto de los recubrimientos sobre la calidad de los tomates, se realizó la caracterización fisicoquímica a los 7 días de aplicar los recubrimientos (tabla 2).

***Tabla 2**. Caracterización fisicoquímica del tomate Cherry antes de aplicar el recubrimiento.*

Parámetro	Valor
Peso (g)	10.11
pH	4.34
SST (°Brix)	7.5
Licopeno (mg/100g)	24.86
PT (mg/100g)	76.62
Antocianinas (mg/100g)	3.32
AA % inhibición DPPH (10 mg PF)	76.7

***Tabla 3**. Caracterización fisicoquímica del tomate Cherry a los 7 días de aplicar los recubrimientos.*

	Control	MCI	MCI-AgNPs	MOR	MOR-AgNPs	MOS	MOS-AgNPs
pH	4.49	4.39	4.09	4.12	3.95	4.06	4.19
SST (°Brix)	7.6	6.9	7.6	7	7.6	6.6	7.9
AT (%ác. cítrico)	0.651	0.693	0.619	0.640	0.555	0.597	0.555
IM	11.67	9.96	12.28	10.94	13.69	11.06	14.23
Licopeno (mg/100g)	19.50	14.34	10.00	18.47	13.08	9.02	14.53
PT (mg/100g)	43.88	50.72	25.81	14.94	36.15	38.65	31.16
Antocianinas (mg/100 g)	0.33	1.00	0.82	0.77	0.64	1.38	1.14
AA %inhibición DPPH (10 mg PF)	77.0	85.5	49.5	33.9	61.9	67.1	61.1
Color (ΔE)	3.19	2.59	4.26	2.21	4.64	2.66	3.27

SST: Sólidos Solubles Totales; AT: Acidez Titulable; IM: Índice de Madurez: PT: Polifenoles Totales; AA: Actividad Antioxidante; PF: Peso Fresco; ΔE: diferencia de color entre los días 0 y 7 de cada grupo.

El pH y la acidez titulable son considerados como parámetros de calidad de los frutos. El tomate Cherry presentó un pH basal de 4.34, el cual se encuentra dentro del intervalo reportado para este fruto que es de 3.7 a 4.5 (Sulieman *et al*., 2011). Después de los siete días del tratamiento, el pH del control sin recubrimiento aumentó ligeramente a 4.49, lo cual indica una disminución parcial de acidez como consecuencia del proceso natural de maduración. Los tomates recubiertos con mucílagos presentaron valores de pH entre 4.06 y 4.39, mientras que aquellos tratados con los mucílagos con AgNPs oscilaron entre 3.95 y 4.19. El tratamiento MCI presentó el valor más cercano al tomate fresco (4.39), mientras que MOR-AgNPs registró el pH más bajo (3.95). Este comportamiento sugiere que el tipo de mucílago influyó en el pH, y que la presencia de AgNPs en los mucílagos de OR y CI participó en la reducción del pH. Esta respuesta puede atribuirse a que los recubrimientos funcionan como una barrera semipermeable que disminuye el intercambio gaseoso y reduce la velocidad respiratoria, retrasando el consumo de ácidos orgánicos.

Para conocer el contenido total de estos ácidos, se determinó la acidez titulable. El valor de este indicador disminuye conforme avanza el estado de maduración debido a que los ácidos son utilizados como sustrato para la obtención de energía post cosecha. A los siete días se observó que los tomates con los recubrimientos de MOR-AgNPs y MOS-AgNPs, presentaron la mayor reducción de AT (0.555%), lo que sugiere que los recubrimientos actúan retrasando la tasa de respiración metabólica y por lo tanto reduciendo el consumo de ácidos, siendo el mucílago de *O. Streptacantha* el más eficiente. En general, la presencia de las AgNPs en los tres mucilagos aumentó la eficiencia de los recubrimientos para esta función. Los resultados del contenido de acidez titulable en todos los grupos son menores a lo reportado en estudios como el de Baek *et al*, 2024 y Ceballos Aguirre *et al*., 2012. Estas discrepancias pueden explicarse debido a la variación normal que existe entre tipos de tomate Cherry, así como al grado de madurez que tiene cada fruto y el tiempo que tiene de haber sido cosechado.

Los SST se originan por la degradación de los carbohidratos durante el metabolismo del fruto, su contenido aumenta a medida que incrementa la tasa de respiración (Locali-Pereira *et al*., 2021). En el presente trabajo los frutos con los recubrimientos de mucílago sin AgNPs presentaron un menor incremento de los SST a los 7 días lo cual está acorde con los valores de AT ya que el contenido de SST en las muestras con los

recubrimientos sin AgNPs fueron menores que sus contrapartes con AgNPs, lo cual es acorde a los valores de la acidez titulable. Aunado a lo anterior, el índice de madurez tanto para el control como para los recubrimientos se encuentran entre 9.96 y 14.23. En estudios previos como el de Baek *et al*, 2024, se reportó un índice de madurez entre el 6.84-11.33, lo cual indica un menor grado de madurez del fruto en comparación a los analizados en este estudio.

El tomate Cherry contiene moléculas bioactivas como el licopeno, polifenoles y antocianinas, entre otras, por lo que es importante que se preserven durante su almacenamiento (Hernández Vega *et al*., 2025; Ceballos Aguirre *et al*., 2012). Al comparar las pérdidas de licopeno de los tomates con recubrimiento con el control, se observó que con los recubrimientos se presentó una pérdida de entre 25.7 y 63.7%, mientras que en el control la pérdida fue del 21.6%. Esto sugiere que posiblemente exista una captura de las moléculas de licopeno por los mucílagos afectando el contenido en el tomate. Casó similar se presentó con los polifenoles, en donde la pérdida en el control fue de 42.7%, mientras que en las muestras con los recubrimientos las pérdidas estuvieron entre el 33.8 y 80.5%.

Las antocianinas son un grupo de pigmentos vegetales solubles en agua, presentes en vegetales y frutas, en muchos casos son las responsables de su color (Baek *et al.*, 2024; Giosanu *et al*., 2016). En este estudio, se destaca el papel de los recubrimientos para la conservación de antocianinas, la pérdida de este metabolito fue menor en todas las muestras con recubrimiento que en el control, cuya pérdida fue del 90%. Esta reducción o pérdida se debe a la degradación oxidativa de compuestos fenólicos durante la maduración y el almacenamiento. Por otro lado, existe una mayor preservación con los recubrimientos sin AgNPs que con su contraparte con nanopartículas. Esto sugiere que las antocianinas, de alguna forma podrían interaccionar con las nanopartículas de plata reduciendo su disponibilidad. Aunque con todos los recubrimientos se presentó pérdida de antocianinas, estas pérdidas fueron mucho menores que en el control. En este caso, es posible que los recubrimientos protegen parcialmente a estos compuestos bioactivos al disminuir el contacto con el oxígeno y reducir el estrés oxidativo durante el almacenamiento.

Finalmente, el tomate Cherry es rico en moléculas antioxidantes, al determinar esta función, se observa que después de los siete días el control mantiene la actividad (77%). Por otro lado, la muestra con el recubrimiento MCI presentó la mayor actividad (85.5%), mientras que las muestras con recubrimientos MCI-AgNPS y MOR, presentaron las actividades más bajas 49.5 y 33.9% respectivamente. Para el resto de las muestras con recubrimiento la actividad estuvo entre 61.1 y 67.1%.
Si bien, en las muestras con recubrimientos se observa una pérdida de moléculas antioxidantes como los polifenoles, la actividad antioxidante que se observa es debido a la presencia de estas y otras moléculas que no se determinaron en este estudio, como la vitamina C.

En conclusión, los mucílagos evaluados en este trabajo presentan diferentes propiedades, por lo que es necesario caracterizar las propiedades fisicoquímicas de cada uno a fin de determinar sus funciones particulares. Es necesario realizar estudios para eficientizar su función como biopelícula o recubrimiento combinando con diferentes agentes plastificantes, además de determinar los rendimientos de AgNPs cuando los mucílagos son utilizados para su síntesis.

Referencias

Baek, M. W., Lee, J. H., Yeo, C. E., Tae, S. H., Chang, S. M., Choi, H. R., Park, D. S., Tilahun, S., & Jeong, C. S. (2024). Antioxidant Profile, Amino Acids Composition, and Physicochemical Characteristics of Cherry Tomatoes Are Associated with Their Color. *Antioxidants (Basel, Switzerland),* 13(7), 785. https://doi.org/10.3390/antiox13070785

Ceballos Aguirre, N., & Vallejo Cabrera, F. A. (2012). Evaluating the fruit production and quality of cherry tomato (Solanum lycopersicum var. cerasiforme). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65(2), 6599–6610. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179925831004

Giosanu, D., Tudor-Radu, M., & Vijan, L. E. (2016). Appreciation of quality for some tomatoes varieties by using the determination of physical-chemical parameters. *Current Trends in Natural Sciences*, 5(10), 38–45.

Hernández-Vega, J. D., Parola-Contreras, I., Tovar-Pérez, E. G., Guevara-González, R. G., Aguirre-Becerra, H., Feregrino-Pérez, A. A., Contreras-Medina, L. M., & Guzmán-Cruz, R. (2025). Evaluation of

VOLUMEN 48
XXXI Verano De la Ciencia
ISSN 2395-9797
www.jovenesenlaciencia.ugto.mx

Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Three Black Cherry Tomato Varieties Grown Under Greenhouse Conditions. *Plants*, 14(8), 1173. https://doi.org/10.3390/plants14081173

Lieu, M. D., Dang, T. K. T., & Nguyen, T. H. (2024). Green synthesized silver nanoparticles, a sustainable approach for fruit and vegetable preservation: An overview. *Food Chemistry: X*, 23, 101664. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101664

Locali-Pereira, A., Guazi, J., Conti-Silva, A. C., & Nicoletti, V. R. (2021). Active packaging for postharvest storage of cherry tomatoes: Different strategies for application of microencapsulated essential oil. *Food Packaging and Shelf Life,* 29, 100723. https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100723

Ramírez Sánchez, M. P. (2017). Uso de mucílago de nopal (Opuntia ficus-indica) para la síntesis de nanopartículas de plata [Tesis de licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. Repositorio Institucional UMSNH. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/17453

Sulieman, A. M. E., Awn, K. M. A., & Yousif, M. T. (2011). Suitability of some tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) genotypes for paste production. *Journal of Science and Technology*, 12(2).

Van Dijk, M., Morley, T., Rau, M. L., & Saghai, Y. (2021). A meta-analysis of projected global food demand and population at risk of hunger for the period 2010–2050. *Nature Food*, 2(7), 494–501. https://doi.org/10.1038/s43016-021-00322-9

Wang, X., Wang, Y., Zhu, H., Chen, S., Xue, J., Shen, C., Xiao, Z., & Luo, Y. (2025). Emerging strategies for food preservation: Recent advances and challenges in nanotechnology for edible coatings. *Agricultural Products Processing and Storage,* 1, 13. https://doi.org/10.1007/s44462-025-00015-7