



Active edible coatings as postharvest technology to preserve the quality of blackberries

Recubrimientos comestibles activos como tecnología poscosecha para preservar la calidad de moras

Goñi, M. G.^{3,4}; Álvarez, M. V.^{3,4}; Fasciglione, G.¹; Yommi, A.² & Moreira, M. R.^{3,4*}

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata - UNMDP, Ruta 226 km 73,5, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA, Ruta 226 km 73,5, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

³ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata - UNMDP, Av. Juan B. Justo 4302, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina - CONICET.

*Autor de correspondencia: moreira_maria@fi.mdpu.edu.ar

Recibido: 23/08/2023

Aceptado: 06/12/2023

ABSTRACT

Goñi, M. G.; Álvarez, M. V.; Fasciglione, G.; Yommi, A. & Moreira, M. R. (2024). Active edible coatings as postharvest technology to preserve the quality of blackberries. *Horticultura Argentina* 43 (110): 6-16. <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18519342/dhejs0216>

Blackberries are fruits of great commercial value, but at the same time highly fragile and with reduced shelf-life. Its extreme fragility and susceptibility to mechanical deterioration justifies the need to deepen into technological alternatives that allow prolonging its useful life. The use of edible coatings emerges as a promising alternative to preserve the postharvest quality of blackberries. Natural additives such as antimicrobials, antioxidants,

firmness agents or bioactive ingredients can be added into them in order to increase safety and maintain the sensory, nutritional and functional characteristics of minimally processed fruits. The objective of this work was to evaluate the quality of blackberries (*Rubus fruticosus* var *Ouchita*) from the first harvest (december) and their behavior during the postharvest, after applying chitosan, alginate and alginate coatings with the addition of vanillin, as an alternative to maintain the quality of the fruits. The first stage of the work was carried out analyzing the fruits at the time of harvest and during 14 days of refrigerated storage without the application of coatings, in order to determine their useful life. In addition, physicochemical and nutritional quality parameters (firmness, soluble solids, titratable acidity, ascorbic acid retention,

total polyphenols and antioxidant capacity) were evaluated at 0, 4, 7, 11 and 14 days of storage. Microbiological quality, sensory acceptability and fungal deterioration were also evaluated. In a second stage of the experimental design, the blackberries were treated with different edible coatings and stored under refrigeration (5°C) to determine their useful life, performing the previously detailed determinations. The results obtained indicated that active

edible coatings could be considered as a potential alternative for postharvest preservation that allows maintaining the quality attributes of blackberries and prolonging their marketing period; however, even more research is required to be able to be transferred to fruit and vegetable producers.

Keywords: quality at harvest, fungal decay, yeast and molds, sensory shelf life.

RESUMEN

Goñi, M. G.; Álvarez, M. V.; Fasciglione, G.; Yommi, A. & Moreira, M. R. (2024). Recubrimientos comestibles activos como tecnología poscosecha para preservar la calidad de moras. Horticultura Argentina 43 (110): 6-16.
<http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18519342/dhejs0216>

Las moras son frutos de gran valor comercial, pero a su vez de elevada fragilidad y con acotada vida útil. Teniendo en cuenta su extrema fragilidad y propensión al deterioro mecánico, resulta necesario ahondar en alternativas tecnológicas que permitan prolongar su vida útil. El uso de recubrimientos comestibles surge como una alternativa prometedora para preservar la calidad poscosecha de las moras. En ellos pueden ser incorporados aditivos naturales como antimicrobianos, antioxidantes, agentes de firmeza o ingredientes bioactivos con el fin de incrementar la seguridad y mantener las características sensoriales, nutricionales y funcionales de las frutas mínimamente procesadas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de moras (*Rubus fruticosus* var *Ouchita*) de primera cosecha (diciembre) y su comportamiento durante la poscosecha,

luego de aplicar recubrimientos de quitosano (cuyo nombre químico es poli [β -(1-4)-2-amino-2-desoxi-D-glucopiranos), alginato (C₆H₈O₆)ⁿ y alginato con el agregado de vainillina (C₈H₈O₃), como alternativa para mantener la calidad de las frutas. La primera etapa del trabajo se llevó a cabo analizando las frutas al momento de la cosecha y durante 14 días de almacenamiento refrigerado sin la aplicación de recubrimientos, a fin de determinar su vida útil. Además, se evaluaron parámetros de calidad fisicoquímica y nutricional (firmeza, sólidos solubles, acidez titulable, retención de ácido ascórbico, polifenoles totales y capacidad antioxidante) a los 0, 4, 7, 11 y 14 días de almacenamiento. También se evaluó la calidad microbiológica, aceptabilidad sensorial y deterioro fúngico. En una segunda etapa del diseño experimental, las moras fueron tratadas con diferentes recubrimientos comestibles y almacenadas bajo refrigeración (5°C) para determinar su vida útil, realizando las determinaciones previamente detalladas. Los resultados obtenidos indicaron que los recubrimientos comestibles activos podrían ser considerados como una potencial alternativa de preservación poscosecha que permita mantener los atributos de

calidad de las moras y prolongar su período de comercialización; sin embargo, se requieren aún mayores investigaciones para poder ser transferida a los productores frutihortícolas.

Palabras claves: hongos y levaduras, deterioro fúngico, calidad a cosecha, vida útil sensorial.

1. Introducción

Las moras (*Rubus fruticosus* var *Ouchita*) pertenecen a la familia de las rosáceas y al grupo de las frutas finas, denominación vinculada a su importancia comercial, y dentro de él a los denominados *berries*, frutos de reducido tamaño, con sabores acidulados y con rápido deterioro. La mora es una planta arbustiva y perenne de tallos rastreros o semi erguidos que produce frutos de color rojo-morado. Son polidrupas con forma elipsoidal, ricas en vitaminas C y E, carbohidratos, fibras, azúcares y en componentes con alta capacidad antioxidante, con los numerosos beneficios para la salud (Bruzzone, 2014). Son apreciados por su aspecto, su sabor y por el aporte elevado de compuestos antioxidantes (Bincy *et al.*, 2018; Chang *et al.*, 2019). Si bien, las moras son frutos de gran valor comercial, presentan elevada fragilidad y vida útil reducida, siendo de no más de 3 días sin refrigeración (Freire Martínez y Horvitz Szoichet, 2017; Bambace *et al.* 2019).

La cosecha de la mora se lleva a cabo normalmente a los ocho meses desde el trasplante. Se debe realizar cuando la fruta se encuentre en su momento óptimo de maduración, que suele coincidir cuando ésta adquiere un color rojo tinto (Golovinskaia y Wang, 2021). En Argentina, más del 70% de la superficie cultivada con frambuesas, moras y grosellas se concentra en territorio patagónico. La producción de moras en el cinturón hortícola de Mar del Plata y Batán se limita a pocas hectáreas, con una estacionalidad muy marcada ya que no suele almacenarse y se comercializa en fresco inmediatamente después de la cosecha (entre diciembre y febrero). Son frutos que, aunque se producen a baja escala, son comercializados con gran valor agregado y parte de la producción es destinada a la exportación (CIFSA, 2022).

Las moras son muy sensibles al magullamiento, por lo que la cosecha es manual, sumamente cuidadosa, requiriendo trabajadores calificados. Se deben cosechar una a una durante las primeras horas de la mañana, depositándolas en los envases directamente, evitando dejarlas caer y manteniendo la fruta bajo sombra y protegida para evitar la deshidratación. Las características de perecibilidad de estas frutas imponen requerimientos muy específicos en la poscosecha y durante el transporte (Bruzzone, 2014; Fuentes *et al.*, 2019). Tomando en consideración su textura tan frágil y su gran propensión al deterioro fúngico, presenta una vida útil muy acotada; por este motivo es fundamental investigar acerca de alternativas de preservación que permitan prolongar su período de comercialización.

Los recubrimientos comestibles constituyen tecnologías seguras y efectivas para mantener los indicadores de calidad y prolongar la vida útil de frutas y hortalizas, es más, permite vehicular agentes bioactivos que potencien sus beneficios (Dhall R., 2013). Es por esto que plantear el uso de recubrimientos comestibles surge como una alternativa prometedora para mantener la calidad poscosecha de las moras. Alvarez *et al.* (2018) mencionan que la aplicación de un recubrimiento de quitosano sobre arándanos permitió mantener la firmeza propia de la fruta, retrasando el desarrollo de aromas desagradables con buena calidad sensorial del producto durante el almacenamiento refrigerado. En la

formulación de estos recubrimientos pueden ser incorporados aditivos naturales como antimicrobianos, antioxidantes, agentes de firmeza, nutrientes o ingredientes bioactivos con el objetivo de incrementar la seguridad y mantener las características sensoriales, nutricionales y funcionales de las frutas cuando son mínimamente procesadas durante la poscosecha. Esta propiedad de los recubrimientos cobra vital importancia en frutas con alto valor de comercialización, como las moras, ya que evitaría cuantiosas pérdidas económicas, permitiendo minimizar el deterioro producido desde la cosecha hasta su llegada al consumidor (Bambace *et al.*, 2019). Chiabry y Giacalone, (2017) reportaron que el recubrimiento de quitosano podría considerarse para su aplicación comercial, extendiendo la vida útil y manteniendo la calidad de arándanos durante el almacenamiento y la comercialización.

La vainillina (4-hidroxi-3-metoxibenzaldehído) es un compuesto activo presente en las vainillas, comúnmente utilizado como agente saborizante, pero con amplias propiedades antimicrobianas (Fitzgerald *et al.*, 2004) que la presentan como una alternativa viable para enriquecer las películas de alginato.

El objetivo de este trabajo fue analizar la calidad nutricional, sensorial y microbiológica y la vida útil de moras, como así también la evolución de parámetros de calidad durante el almacenamiento refrigerado ante el agregado de recubrimientos comestibles activos de quitosano, alginato y alginato con vainillina, como estrategia para prolongar su vida útil.

2. Materiales y métodos

Los estudios se realizaron utilizando moras (*Rubus fruticosus* var *Ouchita*) de producción local, obtenidas de un productor comercial del cinturón frutihortícola de Mar del Plata (CIFSA, Mar del Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina (38°00'S 57°33'O / -38, -57.55). La cosecha de las moras se realizó en forma manual en estadio maduro de los frutos, al inicio de la temporada estival (cosecha temprana en diciembre). Una vez cosechadas fueron trasladadas al laboratorio en recipientes de material aislante en menos de 1h y conservadas en refrigeración (4°C) hasta realizar los ensayos.

2.1. Evaluación de calidad de moras al momento de la cosecha y durante almacenamiento refrigerado:

La primera etapa del trabajo se llevó a cabo analizando las frutas al momento de la cosecha y durante 14 días de almacenamiento refrigerado (5°C) sin la aplicación de recubrimientos, con el objetivo de determinar su vida útil a la temperatura normalmente empleada en heladeras domiciliarias o en puntos de venta minorista. No se realizó acondicionamiento previo de los frutos, excepto para eliminar aquellos que presentaban defectos visibles, simulando la práctica habitual para su comercialización en fresco. Se evaluaron parámetros de calidad fisicoquímica y nutricional: firmeza (N), sólidos solubles en °Brix (SS), acidez titulable como % de ácido cítrico (%AC) según (Yommi *et al.*, 2013), ácido ascórbico como mg de ácido ascórbico por 100 g de masa fresca (mg AA/100g MF), polifenoles totales como mg de ácido gálico equivalente en 100 g de masa seca (mg AGE/100 g MS) y capacidad antioxidante por DPPH como µmol de Trolox equivalente por 100 g de masa seca (µmol TE/100g MS) (Goyeneche *et al.*, 2013) a los 0, 4, 7, 11 y 14 días de almacenamiento. También se evaluó la calidad microbiológica mediante recuentos de hongos y levaduras en Cloranfenicol Glucosa agar (YGC) incubando a 25°C durante 5 días (Goñi *et al.*, 2017), expresado como log UFC/g TF. Se realizó un análisis sensorial por un panel de jueces entrenados (escala hedónica de 1 a 10; n=5) evaluando apariencia general (OVQ) y deterioro fúngico (aparición de micelio

visible) (Alvarez *et al.*, 2013), expresado como % de frutos afectados con micelio visible. Los resultados se expresaron como la media de las repeticiones y su desviación estándar.

2.2. Aplicación de recubrimientos comestibles activos:

Los recubrimientos empleados fueron: quitosano 1% (Quit) (poli [β -(1-4)-2-amino-2-desoxi-D-glucopiranososa), la solución formadora de recubrimiento fue preparada según Goñi *et al.*, (2013), alginato 2% (Alg) (C₆H₈O₆)_n y alginato 2% con adición de vainillina 0.25% (C₈H₈O₃) (Alg+Vai), la solución formadora de recubrimiento fue preparada según Bambace *et al.*, (2021). Se utilizaron como testigos los frutos lavados con agua destilada por inmersión (Control) y los frutos sin tratamiento alguno (Fresco). Las soluciones formadoras de recubrimientos se aplicaron sobre las moras por inmersión, siguiendo la metodología propuesta por Bambace *et al.*, (2021).

2.3. Evaluación de calidad de moras con y sin recubrimientos comestibles durante almacenamiento refrigerado:

En la segunda etapa del trabajo, las moras tratadas con los diferentes recubrimientos comestibles y los controles fueron almacenados bajo refrigeración (5°C) para determinar su vida útil, realizando muestreos a los 0, 4, 7, 11 y 14 días. Durante el almacenamiento refrigerado se evaluaron los mismos parámetros de calidad previamente mencionados (2.1).

2.4. Diseño experimental y análisis estadístico de los datos:

Se realizó un diseño factorial completamente aleatorizado con dos factores: recubrimiento y tiempo de almacenamiento. Cada experimento se realizó por triplicado. Se realizó un ANOVA ($\alpha < 0.05$) y la Prueba de Diferencias Significativas (95% de intervalo de confianza), con el software InfoStat (2022).

3. Resultados y Discusión

3.1. Evaluación de la calidad a cosecha y durante el almacenamiento refrigerado de moras sin aplicación de recubrimientos:

La caracterización nutricional inicial de los frutos frescos al momento de la cosecha indicó que presentaban un elevado contenido en ácido ascórbico (22.6±2.4 mg AA/100 g MF), fenoles totales (386±8.74 mg AGE/100 g TF) y capacidad antioxidante por DPPH (975±28.6 μ mol TE/100 g MF). No se observó deterioro fúngico inicial en las moras y el recuento de hongos y levaduras fue de 4.45 log UFC/g TF. El análisis sensorial de los frutos indicó niveles elevados de aceptación por parte de los evaluadores (puntajes de 9.9, 10, 9.92 y 9.72 para apariencia general, color, olor y sabor, respectivamente). En referencia a parámetros fisicoquímicos iniciales se determinó un valor de firmeza de 27 N, 10.36° Brix para sólidos solubles y 1.1 %AC para acidez titulable.

Los indicadores de calidad fisicoquímica sólidos solubles, acidez titulable, ácido ascórbico, fenoles totales y capacidad antioxidante mantuvieron sus valores sin variaciones significativas durante los 14 días de almacenamiento refrigerado evaluados, respecto a los valores registrados a la cosecha (datos no mostrados). Sin embargo, el resto de los parámetros de calidad si presentaron cambios significativos durante el almacenamiento refrigerado de las frutas (Tabla 1).

Table 1: Quality parameters in blackberries stored under refrigeration. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina, 2022.

Tabla 1: Parámetros de calidad en moras almacenadas en refrigeración. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina, 2022.

Tiempo de Almacenamiento (días)	Firmeza (N)	Deterioro fúngico (%)	Hongos y Levaduras (log UFC/g)	Apariencia general (OVQ)
0	25±2.7 a	0±0 a	4.5±0.4 a	10±0 a
4	19±1.9 b	12±0.9 b	5.8±0.6 b	9.8±0.2 a
7	17±0.8 b	43±2.1 c	6.0±0.6 b	5.3±0.3 b
11	12±1.0 c	82±5.4 d	6.3±0.5 b	3±0.4 c

Al día 11 de almacenamiento se observa una disminución del 50% en el valor de firmeza de los frutos. Por su parte, el deterioro fúngico fue poco significativo hasta el día 7, con un aumento considerable entre el día 7 y 11. Este deterioro observado fue consecuente con un aumento en los recuentos de hongos y levaduras registrados entre el día 4 y 11 de almacenamiento.

La vida útil estimada para las frutas en función del grado de deterioro fúngico fue de 7 días, según lo determinado en la primera etapa del estudio. Coincidentemente, los panelistas sensoriales determinaron que hasta el día 7, la apariencia general presentó valores en el límite de la aceptabilidad; mientras en días subsiguientes fueron menores a 5 (es decir por debajo del límite de aceptabilidad de las muestras). Esto representa una mejora respecto de la vida útil estimada a temperatura ambiente de 2 a 4 días (Bambace *et al.*, 2019), pero aún es corta y justificaría la necesidad de profundizar respecto a la búsqueda de alternativas tecnológicas para prolongarla.

3.2. Evaluación de la calidad durante el almacenamiento refrigerado de moras con y sin la aplicación del recubrimiento comestible:

En una segunda etapa del trabajo, se evaluó el efecto de la aplicación de diferentes recubrimientos comestibles. Se evaluaron las muestras solo hasta el día 11 debido al avanzado deterioro observado, indicando el fin de la vida útil antes del día 14. Se muestran a continuación los resultados obtenidos. Los parámetros de acidez titulable, ácido ascórbico, polifenoles totales y capacidad antioxidante mantuvieron sus valores, sin cambios significativos respecto al día 0, por lo que no fueron afectados ni por la aplicación de los recubrimientos, ni por el tiempo de almacenamiento ($p > 0.05$). En la Tabla 2 se muestran los valores correspondientes al valor promedio de todos los tratamientos al día 11 de almacenamiento.

La pérdida de peso (%) de las muestras fue igual para todos los tratamientos, solo se vio modificada por el tiempo de almacenamiento, con valores de 0 ± 0.0 , 1.80 ± 0.46 , 2.14 ± 0.56 y 2.14 ± 0.47 para 0, 4, 7 y 11 días, respectivamente.

Los sólidos solubles de los frutos durante el almacenamiento no fueron significativamente afectados por el factor tiempo de almacenamiento, pero si por el tipo de recubrimiento aplicado. Se obtuvieron los siguientes valores de SS (en °Brix) 10.36 ± 0.23 , 9.84 ± 0.55 ,

12.61±0.74, 9.89±0.41 y 10.55±0.50 para Fresco, Control, Quit, Alg y Alg+Vai, respectivamente.

Table 2: Quality parameters of blackberries with and without edible coatings after 11 days of refrigerated storage (4°C). Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina, 2022.

Tabla 2: Parámetros de calidad de las moras con y sin recubrimientos comestibles luego de 11 días de almacenamiento refrigerado (4°C). Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina, 2022.

Tiempo de Almacenamiento (días)	Acidez titulable (%AC)	Ácido ascórbico (mgAA/100 g TF)	Fenoles totales (mgAGE/100 g MS)	Capacidad antioxidante por DPPH (µmol TE/100 g MS)
11	1.00±0.07	25.65±2.75	4.21±0.35	1063±41

Se puede observar que las muestras tratadas con Quit presentaron valores de SST significativamente mayores ($p < 0.05$) que el resto de los recubrimientos y los controles. Durante el almacenamiento de los frutos tratados con los recubrimientos comestibles, se observaron cambios significativos en la firmeza, los recuentos de hongos y levaduras, el índice de aceptabilidad general (OVQ) y el deterioro fúngico, siendo este último el principal responsable determinante de la vida útil y en consecuencia del final del muestreo luego del día 11, con efecto tanto del tratamiento como del factor tiempo de almacenamiento. Los resultados son presentados en la Figura 1.

Se observó una disminución significativa en la *firmeza* inmediatamente después de la aplicación de Quit y en la muestra Control (18.3 N y 23.6 N, respectivamente) comparado con el fruto fresco (Tabla 1). Esto puede explicarse por el pH de la solución de la película y por la promoción de reacciones enzimáticas debido a la manipulación (Moreira *et al.*, 2011). Si bien las muestras con Quit mostraron una significativa reducción inicial en la textura respecto al Control, durante el almacenamiento se mantuvo sin mayores cambios hasta el día 11 (17.3 N). Por otro lado, las frutas tratadas con Alg (tanto con, como sin vainillina), redujeron sus valores de firmeza a menos de la mitad respecto a los valores iniciales, al igual que lo que se observó en el Control (11.91, 15.32 y 12.6 N, respectivamente). Esta pérdida de firmeza podría ser el factor determinante del deterioro, afectando su calidad y disminuyendo su vida útil, ya que se coincidió con un aumento significativo en el deterioro fúngico, entre el día 7 y 11 de almacenamiento.

En los frutos tratados con Quit se observó una marcada disminución en el *deterioro fúngico* respecto al resto de los tratamientos, llegando sin signos de micelio visible hasta el día 7. El efecto antimicrobiano del Quit se evidenció también sobre el *recuento de hongos y levaduras* (con diferencias significativas entre los recuentos de las muestras con Quit y Control de aproximadamente 1 log durante todo el almacenamiento). Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Alvarez *et al.* (2018) quienes informaron que la aplicación de un recubrimiento de quitosano permitió controlar el desarrollo de poblaciones nativas de bacterias mesófilas y de hongos y levaduras presentes en arándanos, como así también reducir el deterioro fúngico en un 50%. Estos resultados también son consistentes con los presentados por Goñi *et al.*, (2017) quienes expresaron el efecto antifúngico del quitosano para

controlar el desarrollo de hongos y levaduras en plantas de lechuga. Además, Freire Martínez y Horvitz Szoichet (2017) informaron que el recubrimiento comestible de quitosano permitió conservar las características organolépticas de moras, siendo aceptable por los consumidores durante la evaluación sensorial, permitiendo incrementar la vida útil de las moras hasta 8 días.

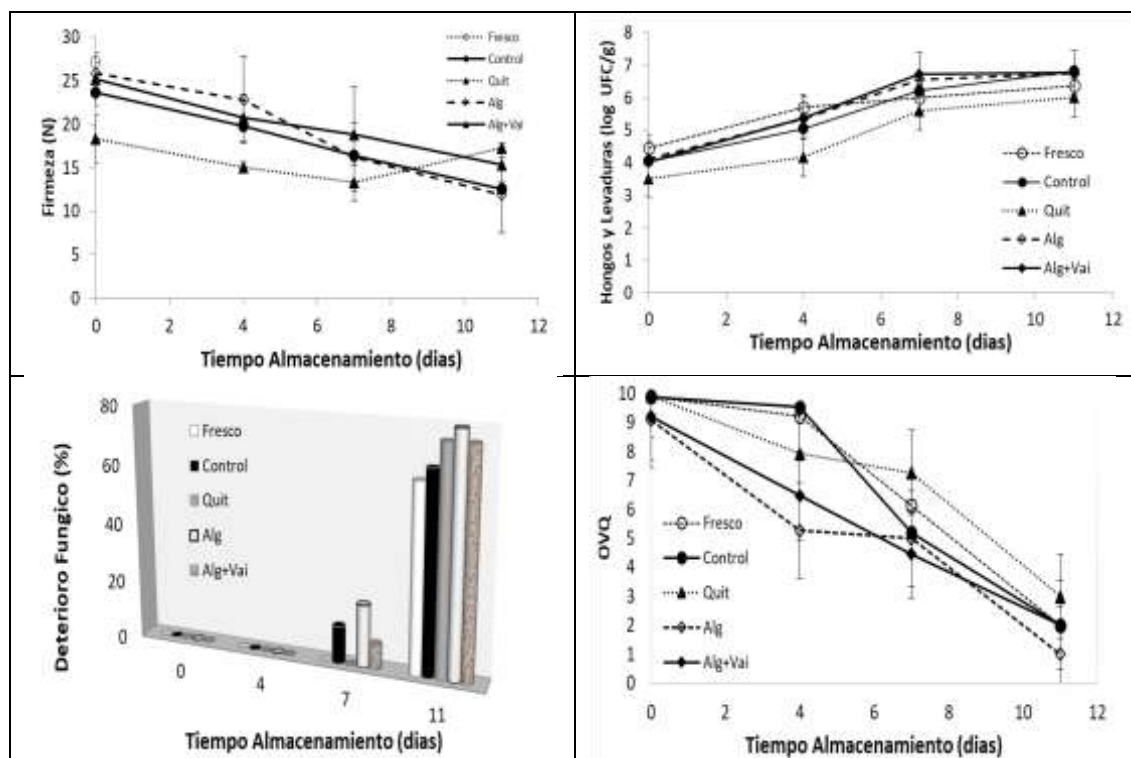


Figure 1: Quality parameters in blackberries with and without edible coatings during refrigerated storage.

Figura 1: Parámetros de calidad de moras con y sin recubrimientos comestibles durante el almacenamiento refrigerado. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina, 2022.

Por otro lado, resultó efectiva la aplicación de Alg+Vai sobre la disminución del deterioro fúngico hasta día 7 de almacenamiento (con valores de 12.5, 20.8 y 8.3% para Control, Alg y Alg+Vai, respectivamente), hecho que podría atribuirse al efecto antimicrobiano de la vainillina; en concordancia con los resultados presentados por Bambace *et al.*, (2021); trabajando con arándanos recubiertos con alginato y vainillina. Villegas y Albarracín (2016) informaron que un recubrimiento comestible a base de hidroxipropil metilcelulosa y cera de abejas logró aumentar la vida útil de moras.

Sin embargo, al día 11 de almacenamiento todas las muestras presentaron elevados porcentajes de deterioro fúngico, superior a 65% de unidades afectadas por hongos, perdiéndose el efecto antimicrobiano previamente descrito. En cuanto a la evolución del recuento de hongos y levaduras se observó un comportamiento similar para las muestras tratadas con Alg, Alg+Vai, sin diferencias significativas con Control, obteniendo un valor medio entre ellas de 6.78 ± 0.41 log UFC/g TF.

En referencia a la aceptabilidad sensorial, los valores de OVQ determinados para Quit fueron mayores respecto a Control. Más aun, al día 7 de almacenamiento las muestras con Quit presentaron un elevado OVQ (7.2), mientras que Control mostró un puntaje en

el límite de aceptabilidad (5.2). Similares resultados fueron observados en las muestras con Alg y Alg+Vai, hasta el día 7 de almacenamiento, donde se alcanzó el límite de aceptabilidad para ambos tratamientos. Este resultado también es coincidente con el cambio en la textura y en el desarrollo microbiano ya mencionado. De acuerdo con nuestros resultados Medina-Jaramillo (2020) informaron una mejora en los caracteres sensoriales de arándanos recubiertos con alginato durante el almacenamiento refrigerado de la fruta. Además, Chiabry, Chiabrando y Giacalone, (2017) informaron que el recubrimiento de alginato de sodio si bien mostró mayores valores de firmeza en arándanos, desafortunadamente, promovió el crecimiento de levaduras y mohos al final del período de almacenamiento. Por el contrario, el recubrimiento de quitosano retrasó la maduración e inhibió el crecimiento de mohos y levaduras.

En definitiva, todas las muestras, tratadas y control estuvieron por debajo del límite de aceptabilidad sensorial al día 11 de almacenamiento. Este resultado podría relacionarse con un incremento significativo tanto en los recuentos de hongos y levaduras entre el día 7 y 11 y con la aparición de micelios, así como también con el deterioro en la textura observado en todas las muestras.

De acuerdo con los resultados aquí presentados, la aplicación de los recubrimientos logró retrasar la aparición de micelios y reducir la proliferación de hongos y levaduras. Sin embargo, el efecto deteriorante de estos tratamientos sobre la textura del fruto, debido a su elevada fragilidad mecánica, no permitió un incremento significativo en la vida útil, y por lo tanto resulta necesario profundizar los estudios para optimizar la aplicación de recubrimientos.

4. Conclusiones

Entre el día 7 y 11 de almacenamiento de los frutos tratados con los recubrimientos comestibles, se observaron cambios significativos en detrimento de la firmeza y la aceptabilidad general (OVQ); los recuentos de hongos y levaduras aumentaron significativamente, (OVQ) como así también el deterioro fúngico. En consecuencia se determinó el lapso de vida útil de las moras en 7 días. El desarrollo fúngico y la pérdida de textura fueron los índices de calidad que evidenciaron el deterioro observado en las moras. La aplicación de recubrimientos comestibles de Quit y Alg con vainillina permitieron mejorar la retención de atributos de calidad; sin embargo, dicho efecto no se mantuvo hasta el final del almacenamiento. Estos resultados evidencian la acotada fragilidad y en consecuencia corta vida poscosecha de las moras, indicando la necesidad de profundizar en la búsqueda de alternativas tecnológicas de preservación, orientadas a mantener atributos de calidad intrínseca y extrínseca y controlar el desarrollo de hongos y levaduras, a fin de prolongar su vida útil.

5. Conflicto de intereses

Los autores declaran que este trabajo no presenta conflicto de intereses.

6. Bibliografía

Alvarez, M. V., Ponce, A. G. y Moreira, M. R. (2013). Antimicrobial efficiency of chitosan coating enriched with bioactive compounds

- to improve the safety of fresh cut broccoli. *LWT-Food Science y Technology*, 50(1), 78-87. DOI: 10.1016/j.lwt.2012.06.021.
- Alvarez, MV, Ponce, AG, y Moreira, MR. (2018). Influence of polysaccharide-based edible coatings as carriers of prebiotic fibers on quality attributes of ready-to-eat fresh blueberries. *J Sci Food Agric*, 98(7), 2587-2597. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8751>.
- Bambace, M.F., Gerard, L. y Moreira, M. (2019). An approach to improve the safety y quality of ready-to-eat blueberries. *Journal of Food Safety*, 39(2), 1-8. <https://doi.org/10.1111/jfs.12602>.
- Bambace F., Alvarez V., Moreira M. (2021). Ready-to-eat blueberries as fruit-based alternative to deliver probiotic microorganisms and prebiotic compounds. *LWT Food Science Technology*, 142, 111009. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111009>.
- Bincy, B., Priya, A. y Ranjit, V. (2018). Antioxidant y anticancer properties of berries. *Critical Reviews in Food Science y Nutrition*, (58)15, 2491-2507. DOI: 10.1080/10408398.2017.1329198.
- Bruzzone, I. (2014). Cadenas alimentarias: frambuesas, moras y grosellas. *Alimentos Argentinos*, (44), 35-38. <http://dx.doi.org/10.35588/rivar.v10i28.5582>.
- Chang, S., Alasalvar, C. y Shahidi, F. (2019). Superfruits: Phytochemicals, antioxidant eficacias, y health effects. A comprehensive review. *Critical Review Food Science Nutrition*, 59, 1580-1604. doi: 10.1080/10408398.2017.1422111.
- Chiabrando, V. y Giacalone, G. (2017). Quality evaluation of blueberries coated with chitosan y sodium alginate during postharvest storage. *International Food Research Journal*, 24, 1553-1561.
- CIFSA, 2022. <http://www.cifsa.com.ar/cifsa/>.
- Dhall, R. (2013). Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5), 435-450. doi: 10.1080/10408398.2010.541568.
- Fitzgerald, D., Stratford, M., Gasson, M., Ueckert, J., Bos, A. y Narbad, A. (2004). Mode of antimicrobial action of vanillin against *Escherichia coli*, *Lactobacillus plantarum* and *Listeria innocua*. *Journal of Applied Microbiology*, 97(1), 104-113. doi: 10.1111/j.1365-2672.2004.02275.x.
- Freire Martínez E. y Horvitz Szoichet, S. (2017). Aplicación de un recubrimiento comestible a base de quitosano sobre la calidad sensorial y microbiológica de moras de Castilla (*Rubus glaucus Benth*). Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26305>.
- Fuentes, L, Figueroa, C, Valdenegro, M. y Vinet, R. (2019). Patagonian Berries: Healthy Potential y the Path to Becoming Functional Foods. *Foods*, 8(8), 289-293. doi: 10.3390/foods8080289.
- Golovinskaia, O. y Wang, C. (2021). Review of functional y pharmacological activities of berries. *Molecules*, 26, 3904-3909. <https://doi.org/10.3390/molecules26133904>.
- Goñi, G., Tomadoni, B., Roura, S. y Moreira, M. (2017). Lactic acid as potential substitute of acetic acid for dissolution of chitosan: preharvest application to Butterhead lettuce. *J Food Sci Technol*, 54(3), 620-626. DOI 10.1007/s13197-016-2484-5.

- Goyeneche, R., Di Scala, K., Goñi, G., Vega-Gálvez, V., Quispe-Fuentes, I., y Roura, S. (2013). Application of ascorbic acid and mild heat shock to improve shelf life and ensure microbial safety of sliced radish. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 6, doi:10.1111/jfpp.12567.
- Infostat (2022). Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Medina-Jaramillo, C., Quintero-Pimiento, C., Díaz-Díaz, D., Goyanes, S. y López-Córdoba, A. (2020). Improvement of Yean Blueberries Postharvest Preservation Using Carvacrol/Alginate-Edible Coatings Jaramillo. Improvement of yean blueberries postharvest preservation using carvacrol/alginate-edible coatings. *Polymers*, 12(10), 2352-2355. <https://doi.org/10.3390/polym12102352>.
- Moreira, M., Roura, S. y Ponce, A. (2011). Effectiveness of chitosan edible coatings to improve microbiological and sensory quality of fresh cut broccoli. *LWT-Food Science and Technology*, 44(10), 2335–2341. DOI:10.1016/j.lwt.2011.04.
- Villegas, C. y Albarracin W. (2016). Edible coating application and effect on blackberry shelf life. *Vitae. Revista de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias*, (23)3, 202-209. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.vita.e.v23n3a06>.
- Yommi, A., Di Gerónimo, N., Carrozzi, L., Quillehauqu, V., Goñi, G. y Roura, S. (2013). Morphological, physicochemical and sensory evaluation of celery harvested from early to late maturity. *Horticultura Brasileira*, 31,5, 236-241. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000200010>.

Horticultura Argentina es licenciado bajo Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 2.5 Argentina.