

Efecto del baño químico sobre la conservación de propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de fresa (*Fragaria x ananassa*)

Effect of chemical bath in the preservation of physicochemical, microbiological and sensorial properties of the strawberry (*Fragaria x ananassa*)

Efeito do banho químico na conservação das propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais da morango (*Fragaria x ananassa*)

ERICA JULIETH GIL-GIRALDO¹, ALBA LUCIA DUQUE-CIFUENTES²,
VICTOR DUMAR QUINTERO-CASTAÑO³

Historial del Artículo

Recibido para evaluación: 27 de Diciembre de 2018.

Aprobado para publicación: 27 de Marzo de 2019.

- 1 Universidad del Quindío, Programa de Ingeniería de alimentos, Laboratorio Diseño de Nuevos Productos. Armenia, Colombia.
- 2 Universidad del Quindío, Facultad de ciencias básicas, Programa de Química. Magister en Química. Armenia, Colombia.
- 3 Universidad del Quindío, Facultad de ciencias agroindustriales, Programa de Ingeniería de alimentos. Ph.D. (c) Ingeniería. Armenia, Colombia.

Correspondencia: victordumar@uniquindio.edu.co

Como citar este artículo: GIL-GIRALDO, ERICA JULIETH, DUQUE-CIFUENTES, ALBA LUCIA, QUINTERO-CASTAÑO, VICTOR DUMAR. (2019). EFECTO DEL BAÑO QUÍMICO SOBRE LA CONSERVACIÓN DE PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DE FRESA (*Fragaria x ananassa*) Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 17(2), 36-45, DOI:<http://dx.doi.org/10.18684/bsaa.v17n2.1251>

RESUMEN

El desarrollo de técnicas de conservación de cuarta gama ha jugado un papel importante en la industria de alimentos, siendo efectivas en la prolongación de vida útil de las frutas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de un baño químico por aspersión, sobre algunos parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de la fresa; utilizando ácido cítrico, ácido ascórbico y cloruro de calcio en diferentes concentraciones, fresas sin tratamiento fueron utilizadas como control. Se realizaron análisis al día 0, 3, 6, 9 y 12 de almacenamiento a 5°C, evaluando propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Se encontró que las muestras con tratamiento difirieron significativamente del control en los parámetros evaluados, disminuyendo la pérdida de agua, pérdida de firmeza y cambio de color. El baño químico compuesto por 0,25 % de CaCl₂, 0,025% de ácido cítrico y 0,025 % de ácido ascórbico preservó los frutos un mayor periodo de tiempo, lo cual se reflejó en un aumento al daño mecánico durante el almacenamiento gracias a la acción del cloruro de calcio.

ABSTRACT

The development of fourth-line conservation techniques has played an important role in the food industry, being effective in prolonging the shelf life of fruits. The objective of this investigation was to evaluate the effect of a chemical spray bath, on some physicochemical, microbiological and sensory parameters of the strawberry; using citric acid, ascorbic acid and calcium chloride in different concentrations, uncoated strawberries were used as control. Analyzes were performed on day 0, 3, 6, 9 and 12 of storage at 5°C, evaluating physicochemical, microbiological and sensory properties. The chemical bath composed of 0,25% of CaCl₂, 0,025% citric acid and 0,025% ascorbic acid preserved the fruits a longer period of time, which was reflected in an increase in the resistance to mechanical damage during storage thanks to the action of calcium chloride.

RESUMO

O desenvolvimento de técnicas de conservação de quarta linha tem desempenhado um papel importante na indústria de alimentos, sendo eficaz no prolongamento da vida de prateleira dos frutos. O objetivo desta investigação foi avaliar o efeito de um banho de spray químico sobre alguns parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais do morango; utilizando ácido cítrico, ácido ascórbico e cloreto de cálcio em diferentes concentrações, morangos não revestidos foram utilizados como controle. As análises foram realizadas nos dias 0, 3, 6, 9 e 12 de armazenamento a 5°C, avaliando propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Verificouse que as amostras com tratamento diferiram significativamente do controle nos parâmetros avaliados, diminuindo a perda de água, perda de firmeza e mudança de cor. O tratamento aplicado preservou os frutos até 13 dias no banho químico com a maior concentração utilizada, enquanto o banho químico composto de 0,25% de CaCl₂, 0,025% de ácido cítrico e 0,025% de ácido ascórbico preservou os frutos por um longo período de tempo, o que se refletiu em um aumento na re-

PALABRAS CLAVE:

Técnicas de conservación, Fresa, Vida útil, Baño químico.

KEYWORDS:

Technologies of conservation, Strawberry, Shelf life, Chemical bath.

PALAVRAS-CHAVE:

Técnicas de conservação, Morango, Prazo de validade, Banho químico.

sistência a danos mecânicos durante o armazenamento graças a a ação do cloreto de cálcio.

INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria x ananassa*) es una de las frutas más consumidas mundialmente debido a su agradable sabor, a su acidez intensa y su atractivo aroma. En su interior se encuentran compuestos polifenólicos encargados de generar los colores rojos característicos y que a su vez están asociados con beneficios para la salud en el momento de su consumo como lo es su capacidad antioxidante, es decir, estos compuestos (antocianinas) tienen la capacidad de reaccionar con los radicales libres producidos por las radiaciones ultravioleta absorbidas por la piel y así impedir reacciones en cadena que conllevan por último a la formación de células cancerosas [1].

Esta fruta es altamente perecedera debido a su alto contenido de agua, la cual hace que tenga un tiempo de vida poscosecha de 4 a 7 días. Sumado a esto, la fruta morfológicamente se acomoda con la agrupación de cientos de drupas que conforman la baya, sin cascara, dejando expuesta toda su corteza exterior a agentes externos como microorganismo, temperaturas, aire, oxígeno, etc. [2], lo que ayuda a acelerar la degradación de la fruta por pérdida de color, textura, contaminación microbiana, entre otras.

Las investigaciones relacionadas con el aumento del tiempo de vida útil de este tipo de frutas han aumentado extensamente en las últimas décadas. Más aun, cuando se habla de alimentos mínimamente procesados, es decir, productos a los cuales se les aplica alguna técnica de conservación no agresiva, ni invasiva. Entre estas técnicas están: los pulsos eléctricos, altas presiones, radiaciones con ultravioleta, congelación, recubrimientos comestibles, baños con sustancias químicas de grado alimenticio, empaques inteligentes, atmosferas controladas, entre otras [3].

Estas técnicas tienen como finalidad impedir el normal funcionamiento de las enzimas endógenas encargadas de producir la maduración del fruto, además de ayudar a inhibir la actividad microbiana, la cual provoca una serie de cambios indeseables al interior de este, entre los que se cuentan principalmente las reacciones bioquímicas de fermentación causadas por

el hongo *Botrytis cinerea* el cual es el principal causante de las pérdidas poscosecha de esta fruta [4,5].

La aspersión con un baño químico es una técnica de conservación denominada de cuarta gama debido a la poca manipulación que se le realiza a la fruta, es decir hay un mínimo de tratamientos usados para producir una ampliación en el tiempo de vida útil de los productos sometidos a esta técnica. Se basa principalmente en la aspersión de la fruta con una solución acuosa que contiene algún compuesto químico antimicrobiano, antioxidante, antipardeante, entre otros. Los solutos más usados para estos baños son el ácido cítrico, ácido ascórbico, cloruro de calcio, sodio y magnesio, fenil etil alcohol, entre otros. Autores han reportado la eficiencia del uso de mezclas de ácido cítrico y ácido ascórbico para el aumento del tiempo de vida y de almacenamiento en frutas y hortalizas [1,3,6] El objetivo principal de este trabajo fue estudiar el efecto de la aspersión de fresas enteras con soluciones de cloruro de calcio, ácido ascórbico y ácido cítrico sobre su tiempo de conservación.

MÉTODO

Se utilizaron fresas (*Fragaria x ananassa*) recién cosechadas, cultivadas en el municipio de Pijao (Quindío - Colombia), se clasificaron teniendo en cuenta la uniformidad en su grado de madurez, forma y tamaño. Se transportaron al laboratorio Diseño de Nuevos Productos (DNP) de la Universidad del Quindío, se lavaron con agua y se desinfectaron con solución de hipoclorito de sodio 500 ppm; posterior a esto se realizó la aplicación de un baño químico en diferentes concentraciones por aspersión en la superficie de las fresas. Los tratamientos evaluados fueron mezclas de ácido ascórbico (0,025; 0,05 y 0,075%), cloruro de calcio (0,25; 0,5 y 0,75%) y ácido cítrico (0,025; 0,05 y 0,075%) en las relaciones que se reportan en el cuadro 1. Se realizaron evaluaciones por triplicado de cada tratamiento. Como control se utilizó una aplicación por aspersión de agua destilada sobre fresas frescas. Las frutas se secaron por 30 min a temperatura ambiente en condiciones de laboratorio, posteriormente se empacaron en envases de polipropileno, con perforaciones (4 frutos/ envase) y se almacenaron a $\pm 5^{\circ}\text{C}$ y 95% de humedad relativa (HR) durante 15 días. Las variables de respuesta fueron: parámetros físico-químicos y el tiempo de vida útil, medidos los días 0, 3, 6, 9 y 12 [1].

Cuadro 1. Formulaciones del Baño Químico (BQ).

Tratamiento	CaCl ₂	Ácido cítrico	Ácido ascórbico
BQ1	0,25%	0,025%	0,025%
BQ2	0,5%	0,05%	0,05%
BQ3	0,75%	0,075%	0,075%

Caracterización de las fresas mínimamente procesadas

Caracterización físico-química. Se determinaron las pérdidas de peso por gravimetría mediante la diferencia entre pesos, los resultados se expresaron como porcentaje de pérdida de peso (%PP) [7]. Se determinó la actividad de agua con un higrómetro de punto de rocío marca AQUALAB modelo AQUA3TE. El porcentaje de humedad se cuantificó por gravimetría en estufa marca Binder, a 40°C. El porcentaje de acidez se expresó como porcentaje en peso del ácido cítrico [8]. Para la cuantificación de vitamina C se siguió el método colorímetro de 2-nitroanilina, propuesto por el departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia [9]. La concentración de ácido ascórbico de los extractos se midió por espectrofotometría, la absorbancia se midió 10 min después de iniciada la reacción en un espectrofotómetro UV-VIS, se leyó a 540 nm. Los resultados se expresaron como mg ácido ascórbico /100 g muestra [9]. El contenido fenólico total se determinó por el método de Folin-Ciocalteu [10]. Para los análisis se tomaron 0,25 mL de la muestra a la cual se le adicionó 12,5 mL de agua destilada y 1,25 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu, luego 5 mL de carbonato de sodio al 20%, y se enrasó con agua destilada a 25 mL. La absorbancia se midió 30 minutos después de iniciada la reacción en un espectrofotómetro UV- visible Hewlett Packard Chemstation 8453 G1115AA y se empleó ácido gálico (AG) como patrón para la curva de calibración, se leyó a 765nm. Los resultados se expresaron como mg AG/100 g muestra. El color se determinó en un colorímetro MINOLTA CR-10 midiendo las coordenadas CIELab L, a y b y se calculó el parámetro ΔE para determinar el cambio de color en los tratamientos. Se determinó la fuerza o carga máxima de punción de las fresas mediante un texturómetro modelo TAXPLUS, utilizando el software Texture Exponent 32 Versión 2.0.6.0. [9].

Evaluación del deterioro fisicoquímico de la fresa en almacenamiento

El deterioro en almacenamiento se determinó con estudios en tiempo real, este tipo de estudio con-

siste en mantener las fresas en las condiciones previstas para su almacenamiento, a 5°C y 95% de HR. Se evaluaron los parámetros de calidad descritos en el numeral 1 con relación a los 15 días de almacenamiento, con el fin de determinar el tiempo que pierde sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales frente a la fruta en fresco [1].

Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se realizó a la fresa en fresco y con tratamientos de conservación, evaluando los siguientes parámetros: recuento de mesófilos aerobios, coliformes totales, mohos y levaduras según metodología propuesta en la norma técnica colombiana 5698-1 del 2009 y en trabajos anteriores [18, 19].

Evaluación sensorial

El análisis sensorial se realizó con pruebas escalares descriptivas cuantificando las diferencias sensoriales por 12 jueces semi-entrenados los cuales determinaron las propiedades sensoriales de las muestras, color, aroma, textura y sabor. La evaluación se efectuó utilizando una escala de puntuación de -2, -1, 0, 1 y 2 que corresponde a los diferentes grados-valores fijados para el grado de intensidad del atributo evaluado, se comparó con la fruta en fresco donde cero es el patrón, (-2) la característica más alejada del patrón y (+2) la característica más similar al patrón o más agradable [17].

Análisis estadístico

El estudio de la significancia de los diferentes efectos y de sus posibles interacciones se realizó mediante análisis de varianza simple (ANOVA) usando el método Tukey HSD (Honestly significant differences) como método de comparaciones múltiples, con un nivel de significancia (α) de 0,05, apoyado del software estadístico Statgraphics Centurion XVI. II.

RESULTADOS

Aplicación del baño químico

Las fresas con baño químico se almacenaron durante 15 días, realizando análisis fisicoquímicos cada tres días para determinar su vida útil, tanto en parámetros fisicoquímicos como en daño microbiológico a los frutos. Se encontró que las fresas con tratamientos con baño

químico, en promedio pudieron almacenarse hasta 13 días, tiempo en el cual el producto perdió todos sus atributos de calidad y por tanto se catalogó como inaceptable para cualquier consumidor, debido a esto, los análisis fisicoquímicos descritos en este trabajo se realizaron hasta el día 12 de almacenamiento.

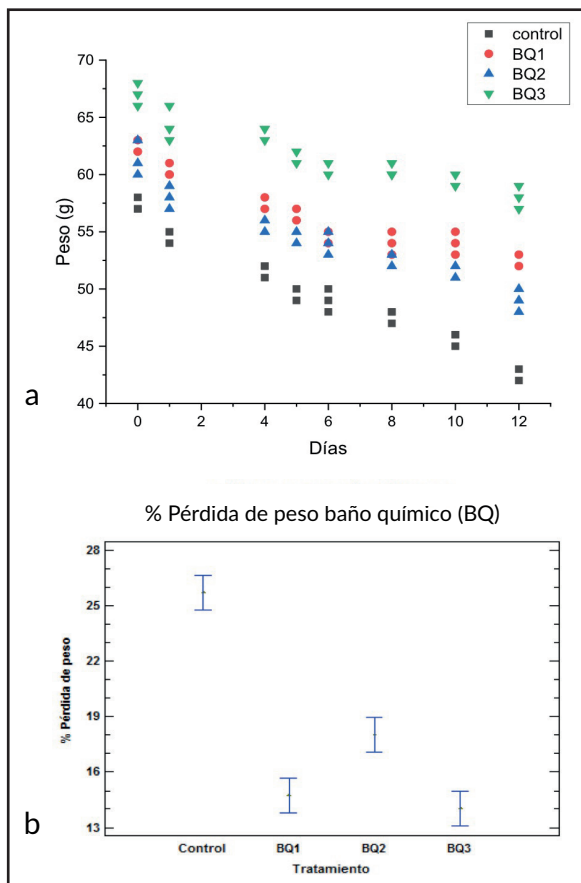
Pérdida de peso

Se evidencia una diferencia estadísticamente significativa ($p\text{-value} < 0,05$) de pérdida de peso de la muestra control comparado con todos los tratamientos con BQ (Figura 1). Los frutos recubiertos con BQ en diferentes concentraciones perdieron menos peso que el control, siendo BQ3 quien redujo en mayor proporción la pérdida de peso con una diferencia estadísticamente significativa con respecto a los otros dos tratamientos. Comportamientos similares han sido reportados en trabajo anteriores realizados en fresa [3,7], Estos investigadores encontraron que el baño químico de

cloruro de calcio y ácido ascórbico ayuda a disminuir significativamente la pérdida de peso.

Probablemente este fenómeno se presentó ya que el BQ3 es el que tiene mayor concentración de agentes químicos, especialmente de CaCl_2 , el cual se sabe que puede introducirse en los poros de la fruta interactuando con pectinas o almidones contenidos en la matriz y con esto taponan la entrada y salida de agua del fruto. A su vez otros investigadores han afirmado que esto se debe principalmente a la capacidad que tiene el calcio de formar redes iónicas Ca^{+2} -pectina en la membrana celular, las cuales ayudan a darle mayor rigidez y por tanto impiden la salida de agua del fruto [11], sumado a esto, en otra investigación [12] se afirma que el calcio es un inhibidor de la enzima poligalacturonasa, la cual es la causante de la hidrólisis de las pectinas en los frutos y por ende de la pérdida de la firmeza. Por tanto, al adicionar el calcio, las pectinas de la fresa no se hidrolizan y generando una mayor cantidad de agua ligada en su interior y por tanto, se evita la salida de agua del fruto [13].

Figura 1. a) Pérdida de peso con BQ b) Comparación de pérdida de peso de los tratamientos.



En la figura 2-a se observa un descenso de cantidad de agua libre del control, frente un ascenso de este parámetro en los tratamientos, lo cual se evidencia estadísticamente ya que hay una diferencia significativa mayor del 5%.

Este comportamiento se debe a que los tratamientos por BQ constituyen una barrera semipermeable al agua que retrasa la respiración y deshidratación. Los frutos, posterior a la cosecha, tienen un alto contenido de agua libre, la cual es la encargada de generar los ambientes adecuados para que las enzimas endógenas realicen sus funciones bioquímica e inicien el proceso de maduración, además de servir también de un ambiente adecuado a los microorganismo para que inicien su proliferación. No se evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Esto concuerda con lo reportado en investigaciones anteriores [6] donde se reportó que una cubierta con plastificante y cloruro de calcio utilizadas en fresa, formaron una barrera que evitó la pérdida de agua en los frutos recubiertos y así su actividad de agua durante el almacenamiento no disminuyó [5].

Humedad (Xw)

Como se ha venido afirmando, el agua es uno de los componentes de mayor relevancia dentro de las frutas,

no solo por su funcionabilidad bioquímica sino por las propiedades mecánicas que le confiere al fruto, generando mayor turgencia y por tanto una mayor aceptabilidad dentro de los consumidores; al observar los resultados obtenidos del porcentaje de humedad para cada tratamiento (figura 3) se evidencia una diferencia estadísticamente significativa, por encima de un 5% del control con respecto a las fresas tratadas con baño químico. BQ2 y BQ3 mostraron mayor contenido de humedad y una diferencia estadísticamente significativa con respecto al BQ1, esto se debe a que sufrieron menos deshidratación durante el almacenamiento, por la barrera que el baño químico crea en la superficie de los frutos, evitando el proceso de respiración y transpiración, lo que conlleva a la pérdida de agua. Se han reportado comportamientos similares, donde se redujo la pérdida de humedad en fresas tratadas con cloruro de calcio [3]. Para el caso de esta investigación, se pudo demostrar que a mayor concentración de Calcio, menos es la pérdida de agua, por tanto, se puede afirmar que el Calcio es un buen agente químico que se puede usar para evitar la pérdida de agua en frutos porosos.

Porcentaje de acidez

En la figura 4-b se observa que las fresas con baño químico presentaron menor porcentaje de acidez durante el almacenamiento frente a la muestra control, demostrado por una diferencia estadísticamente significativa y a su vez, solo a partir del día 9 de almacenamiento hasta el término del estudio se pudo comprobar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre el BQ1 y los otros tratamientos. Esta diferencia radicó en un menor porcentaje de acidez para este tratamiento. Este fenómeno ocurrió debido a que la fresa es un fruto poroso y la cantidad de CaCl_2 fue la más baja con respecto a los otros dos tratamientos, por tanto, a medida que el fruto se fue exponiendo por un periodo mayor de tiempo a los baños con ácido cítrico y ascórbico, mayor cantidad de esto se difundieron a través de los poros y por ende mayor fue el porcentaje de acidez cuantificado para este tratamiento.

A su vez, se justifica la diferencia de porcentaje de acidez entre el control y los tratamientos con la con la disminución del consumo de ácidos durante el proceso de respiración y esto puede ser consecuencia de la protección lograda por la aplicación de recubrimiento que ejerce el baño químico frente a los frutos. Comportamientos similares han sido reportados en trabajos previos en mango mínimamente procesado con

Figura 2. a) Cinética de aw de los tratamientos b) Comparación de la aw de los tratamientos.

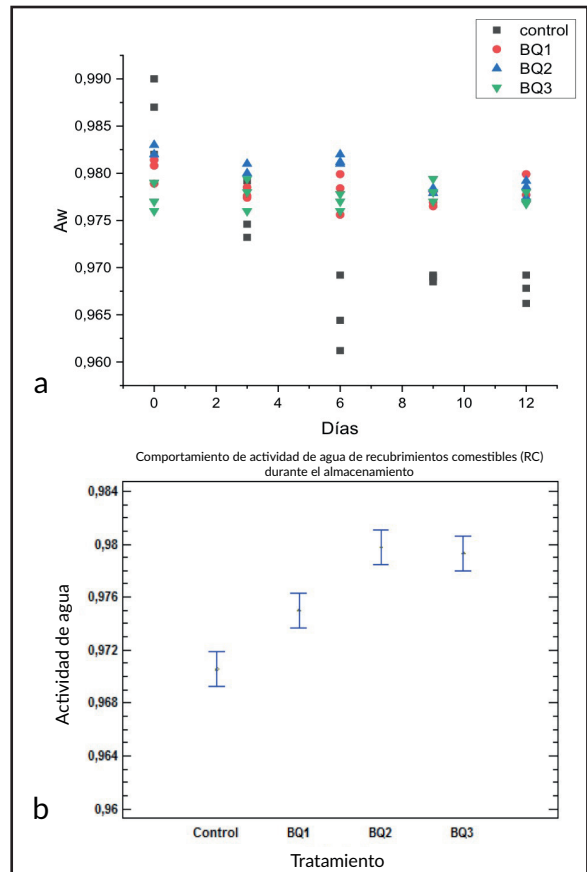
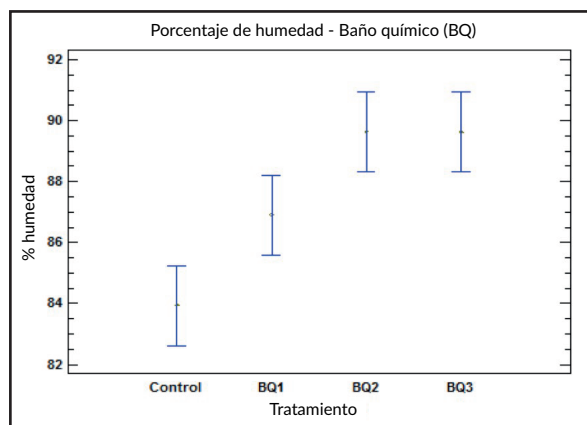


Figura 3. Porcentaje de humedad con los diferentes tratamientos con Baño Químico (BQ).



cloruro de calcio y ácido ascórbico [16], donde encontraron que las muestras control presentaban mayor porcentaje de acidez con respecto a los tratamientos.

Figura 4. a) Cinética del porcentaje de acidez de los tratamientos. b) Comparación del porcentaje de acidez.

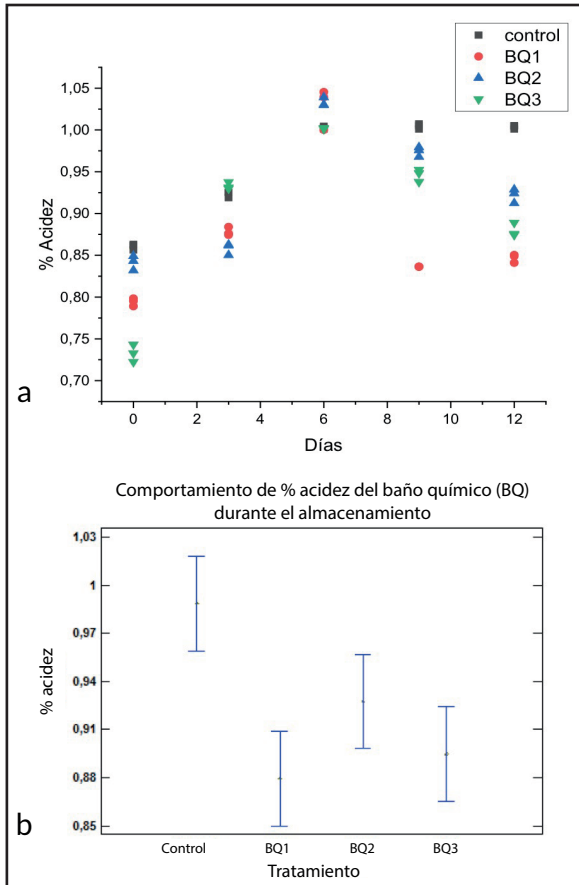
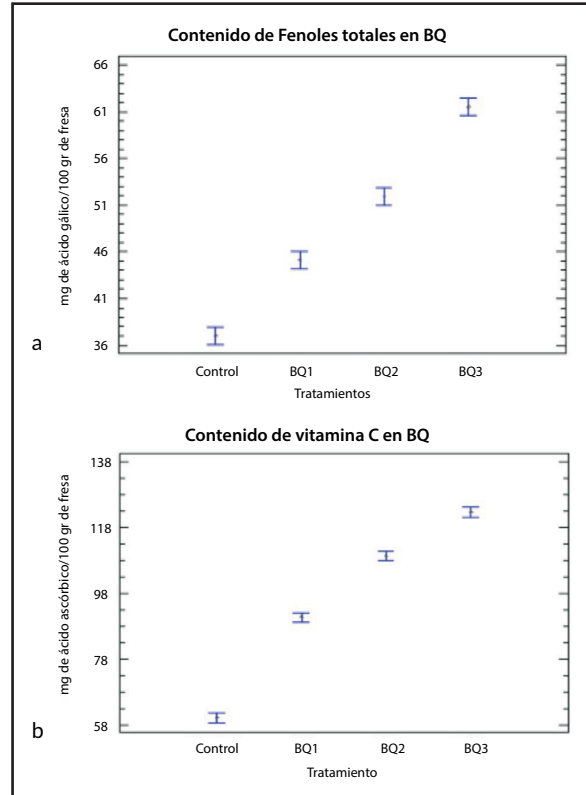


Figura 5. a) Contenido de fenoles totales de los tratamientos b) Comparación contenido de vitamina C.



Fenoles totales y contenido de vitamina C

En la figura 5 se muestra el contenido de fenólicos de las muestras con baño químico, se evidencia un incremento en contenido de fenoles y de vitamina C en los tratamientos con mayor concentración de los agentes químicos con respecto a la muestra control, representado por una diferencia estadísticamente significativa. La adición de ácido ascórbico genera una protección a los compuestos poli fenólicos encargados de la capacidad antioxidante de la fresa. Esta protección varía dependiendo de las concentraciones de ácido usados en la mezcla de cada uno de los tratamientos, ya que se evidenció un aumento estadísticamente significativo del contenido de ácido gálico a medida que aumentaba la concentración de ácido ascórbico en los tratamientos. Por tanto, aparte de proteger la fresa de daños químicos causados por factores externos, el baño químico con ácido ascórbico ayuda a conservar e incrementar la concen-

tración de antioxidantes, reafirmando las características de alimento funcional que posee la fresa.

En otras investigaciones se han reportado comportamientos similares, donde encontraron que el contenido de compuestos antioxidantes de la fresa fue mayor cuando eran impregnadas con cloruro de calcio y ácido ascórbico [7].

Cambio de color (ΔE)

El cuadro 2 muestra el cambio de color de los tratamientos, se evidencia un cambio de color significativo desde el día 3 de almacenamiento en las muestras control ($\Delta E > 5$) con respecto a los tratamientos, debido a que el baño químico, como se mencionó anteriormente, ayuda a la protección de los compuestos polifenoles (Antocianinas) encargados de las propiedades antioxidantes del fruto, pero a su vez son los responsables del color rojo-purpura de la mayoría de las bayas (fresa, mora, arándano, uva, etc). Por tanto, al protegerse estas moléculas de agentes externos usando un conservante químico, se está protegiendo

do el fruto de cambios de color que vean afectada su calidad sensorial. Esto se evidenció fácilmente en los frutos control, ya que el oscurecimiento de la piel (mayor ΔE^*) aumentó de manera progresiva, por causa de la maduración y posterior senescencia de los frutos, gracias a los cambios que se originan en diferentes reacciones que propician el pardeamiento enzimático y la secuencial degradación de las antocianinas debido al cambio de pH del fruto [14].

Los tratamientos con baño químico no presentan cambio de color significativo, sin embargo, se evidencia que durante el almacenamiento el cambio de color va aumentando con respecto al día 0. Otros investigadores [7] evaluaron una mezcla cloruro de calcio y ácido ascórbico en fresas, encontrando diferencias de color significativas ($\Delta E > 5$) del control con respecto al tratamiento.

Textura

En la figura 6-a se evidenció un incremento en la textura de los frutos con baño químico, presentando una diferencia significativa con respecto al control (figura 6-b). Esto se debe a que las sales de calcio utilizadas en el baño químico forman complejas redes tridimensionales al interior de las membranas, lo cual se ve reflejado un aumento de la resistencia mecánica por parte del fruto y por ende una conservación de la textura de la fruta gracias a la preservación de su turgencia. Se evidenció también que existe una diferencia significativa en la textura de las fresas sometidas al BQ1 con respecto a los otros tratamientos, ya que estas, a partir del día 9 presentaron menores valores de resistencia a la penetración. Se pudo determinar que entre el BQ3 y el tratamiento control existió una diferencia de 8,5 N, en favor del BQ3, esto indica que el tratamiento control perdió agua y por ende su turgencia y que los tratamientos con BQ aumentaron su resistencia mecánica gracias a la acción del Calcio sobre las membranas externas del fruto.

Cuadro 2. Cambio de color (ΔE) del BQ con respecto al control durante los días almacenamiento.

Tiempo (Día)	Control	BQ1	BQ2	BQ3
3	5,09*	1,69	1,22	1,15
6	5,18*	2,84	1,93	1,71
9	5,23*	3,25	2,83	2,58
12	5,65*	3,79	3,81	3,66

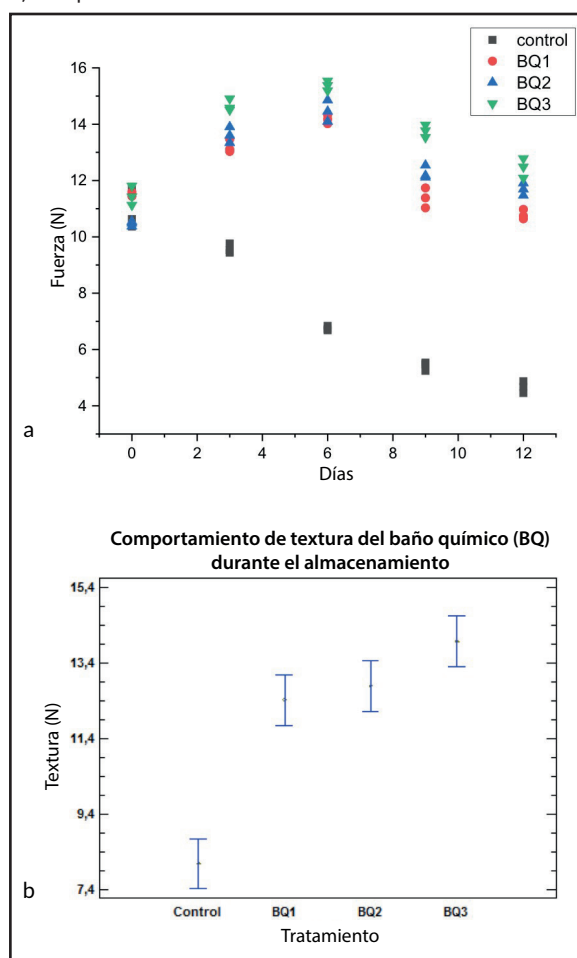
*Diferencias estadísticamente significativas con respecto a los tratamientos en el mismo día de almacenamiento.

En investigaciones realizadas anteriormente en fresa [15] utilizando cloruro de calcio, encontraron un incremento de 4% de la textura de los frutos con respecto a su valor inicial.

Contenido microbiológico

Los tratamientos redujeron el crecimiento microbiano en las frutas con respecto a las muestras control, inhibiendo la presencia de mohos y levaduras y el contenido de *E. coli*. Según la NTC 6005 que establece los requisitos microbiológicos para alimentos mínimamente procesados, los tratamientos con baño químico cumplen con la norma que establece nivel de buena calidad, con valores para mesófilos < 100.000 UFC/g y para *E. coli* < 100 UFC/g. El BQ3 fue el tratamiento más efectivo al momento de reducir la carga microbiana prolongando la vida útil

Figura 6. a) Cinética de textura de los tratamientos b) Comportamiento de textura de los tratamientos.



de los frutos, esto se debe al contenido de agentes conservantes y antioxidantes en mayor proporción con respecto a los otros tratamientos. Los otros dos tratamientos mostraron diferencias estadísticamente significativas frente a la BQ3 y a su vez frente al tratamiento control.

Evaluación sensorial

La figura 7 muestra la evaluación sensorial de los tratamientos con baño químico con respecto a las muestras control (escala 0), los radiales en escalas positivas indican mayor aceptabilidad de las fresas con baño químico frente a las muestras control, mientras que los atributos en escala negativa establecen diferencias frente a la fresa fresca; BQ2 y BQ3 obtuvieron menor aceptabilidad en cuanto al aroma, pero en general los frutos tratados con baño químico obtuvieron mayor puntaje en los otros atributos con respecto al control. El BQ1 fue el tratamiento con más simetría en la escala de atributos evaluados, lo que indica que las propiedades sensoriales no varían con respecto a la fresa en fresco, por lo tanto tiene mayor aceptación por parte del consumidor.

CONCLUSIONES

El tratamiento químico (BQ) utilizado fue efectivo en la conservación de la fresa, al mostrar efectos estadísticamente significativos ($p < 0,05$) en la reducción de pérdida de peso que se encuentra relacionada directamente con la pérdida de agua. El baño químico crea una barrera en la superficie de los frutos, impidiendo la transferencia de masa desde y hacia el interior del fruto, disminuyendo la de agua durante

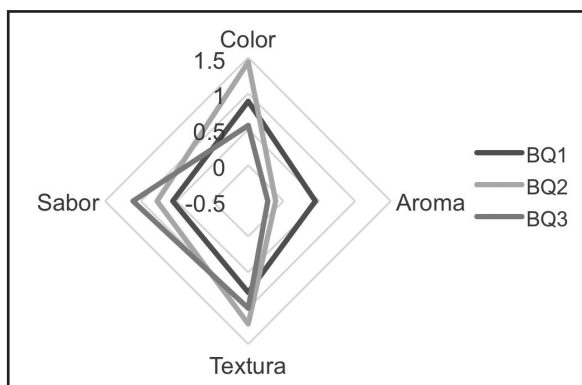
los procesos bioquímicos de maduración, aumentando su tiempo de vida. Esta técnica de conservación permite obtener una mayor resistencia a la penetración, conservando la textura del fruto tanto mecánica, como sensorialmente, a su vez, ayuda a conservar las características propias del fruto en fresco.

El baño químico por aspersión no afectó las características de la fresa, siendo el BQ1 el más eficaz, manteniendo un comportamiento de calidad sensorial general similar al de la fresa fresca; la combinación de los ácidos ascórbico y cítrico con cloruro de calcio ayuda a disminuir los cambios de color, sabor, textura durante el almacenamiento debido a que ayudan a fortalecer los tejidos y por ende disminuye su intensidad de transpiración

REFERENCIAS

- [1] FILHO, M.J. *et al.* Physicochemical, microbiological and sensory acceptance alterations of strawberries caused by gamma radiation and storage time. *Scientia Horticulturae*, 238, 2018, p. 187-194.
- [2] RABAB, M. and KHALED, E. Chemical quality and nutrient composition of strawberry fruits treated by γ -irradiation. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 10(1), 2017, p. 80-87.
- [3] ESCOBAR-HERNÁNDEZ, A. *et al.* Aplicación de tratamiento térmico, recubrimiento comestible y baño químico como tratamientos poscosecha para la conservación de hortalizas mínimamente procesadas. *Acta Agronómica*, 63(1), 2014, p. 1-9.
- [4] FORGES, H. *et al.* Impact of UV-C radiation on the sensitivity of three strawberry plant cultivars (*Fragaria x ananassa*) against *Botrytis cinerea*. *Scientia Horticulturae*, 240, 2018, p. 603-613.
- [5] VIVEK, B. *et al.* Prospects of using nanotechnology for food preservation, safety, and security. *Journal of Food and Drug Analysis*, 26(4), 2018, p. 1201-1214.
- [6] NÚÑEZ, K. *et al.* Efecto del cloruro de calcio y una cubierta plástica sobre la conservación de las propiedades organolépticas de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch). *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*, 13, 2012, p. 21-30.
- [7] CAMARGO, B. *et al.* Impregnación de cloruro de calcio y ácido ascórbico en la conservación de la fresa (variedad Chandler). *Alimentech Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 9(2), 2011, p. 167-175.

Figura 7. Evaluación sensorial de los tratamientos con BQ.



- [8] QUINTERO, V. *et al.* Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangifera indica* L.) durante el proceso de maduración. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), 2013, p. 10-18.
- [9] QUINTERO, V. *et al.* Desarrollo de pulpa de mango común tratada enzimáticamente y adicionada con Calcio, Oligofruktosa y vitamina C. *Temas Agrarios*, 16(1), 2011, p. 52-63.
- [10] XOCA-OROZCO, L.A. *et al.* Actividad antioxidante y antifúngica *in vitro* de extractos de carambola (*Averrhoa carambola* L.). *Biotecnología*, 20(2), 2018, p. 104-109.
- [11] BASHARAT, Y. *et al.* Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. *LWT*, 89, 2018, p. 198-209.
- [12] PROSAPIO, V. and NORTON, I. Simultaneous application of ultrasounds and firming agents to improve the quality properties of osmotic + freeze-dried foods. *LWT*, 96, 2018, p. 402-410.
- [13] ZHANG, L. *et al.* Combined effects of ultrasound and calcium on the chelate-soluble pectin and quality of strawberries during storage. *Carbohydrate Polymers*, 200, 2018, p. 427-435.
- [14] TURMANIDZE, T. *et al.* Effect of ascorbic acid treatment on some quality parameters of frozen strawberry and raspberry fruits. *Annals of Agrarian Science*, 15(3), 2017, p. 370-374.
- [15] SHAHBAZI, Y. Application of carboxymethyl cellulose and chitosan coatings containing *Mentha spicata* essential oil in fresh strawberries. *International Journal of Biological Macromolecules*, 112, 2018, p. 264-272.
- [16] RICO, F. Estudio de la aplicación de recubrimientos comestibles de quitosano y su combinación con aceites esenciales sobre la vida útil del mango (*Mangifera indica* L.) mínimamente procesado [Tesis de Maestría en ciencia y tecnología de alimentos]. Bogotá (Colombia): Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Facultad de Ciencias, 2013, 115 p.
- [17] GIL-GIRALDO, E. *et al.* Obtaining minimally processed strawberry (*Fragaria x ananassa*) products and their physicochemical, microbiological, and sensory characterization by using edible coatings. *DYNA*, 85(207), 2018, p. 183-191.
- [18] LONDOÑO, M.C. *et al.* Estudio de la viabilidad del *Lactobacillus casei* en jugo de naranja (*Citrus sinensis*) adicionado con vitamina C, Calcio y oligofruktosa. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 9(18), 2015, p. 31-38.
- [19] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Norma Técnica Colombiana NTC 5698-1: Bogotá (Colombia): 2009.