

Aplicación de recubrimientos comestibles a base de aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller L.) y aceite de rosa mosqueta para la conservación de rabanitos (*Raphanus sativus* L.) de IV gama

Application of edible coatings based on aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller L.) and rosehip oil for of IV range fresh radishes (*Raphanus sativus* L.) preservation

 ¹Kevin Steven Cangó Contreras  ¹Solansh Melisa Reyes  ²Gino Prieto-Rosales
 ²Lucía Pantoja-Tirado  ¹Gilbert Rodríguez-Paucar  ¹Elza Aguirre Vargas

Universidad Nacional del Santa¹
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo²

Resumen

El uso de tecnologías de IV Gama se promueve para prolongar la vida útil de vegetales frescos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de un recubrimiento comestible (RC) formulado con una mezcla de gel de aloe vera (AV) y el aceite de Rosa Mosqueta (RM) para prolongar la vida útil de rabanito de IV gama. En la primera etapa, la materia prima se caracterizó fisicoquímicamente. Luego se diseñó un diagrama de flujo del proceso de la aplicación del RC, utilizando seis formulaciones: T1 (100.0 % y 2.0 %), T2 (100.0 % y 1.0 %), T3 (50.0 % y 0.0 %), T4 (50.0 % y 1.0 %), T5 (50.0 % y 2.0 %), T6 (100.0 % y 0.0 %) de AV y RM, respectivamente. Se evaluó la pérdida de peso, textura, color, vitamina C, sólidos solubles totales, acidez titulable y pH en rabanitos, utilizando el diseño estadístico completamente aleatorizado, con un arreglo factorial 2x3 con tres repeticiones. El mejor tratamiento (T4: 50% de AV y 1.0% de RM) presentó a los 13 días de almacenamiento las siguientes características fisicoquímicas: pérdida de peso (2.15 %), textura (30.05 mJ), color ($L^* = 81.21$, $a^* = -0.3$, $b^* = 12.88$, $\Delta E = 6.85$), vitamina C (12.068 mg/100g), sólidos solubles totales (1.97 °Brix), pH (5.4), acidez titulable (0.0551 %). Las concentraciones de gel de AV y del aceite de RM influyeron de manera significativa sobre las diferentes variables analizadas, resultando una alternativa adecuada para prolongar la vida útil de los rabanitos de IV gama.

Palabras clave: Aloe vera, rosa mosqueta, rabanitos, IV gama.

Recibido:
Junio 2020

Aceptado:
Octubre 2020

Abstract

The use of IV Range technologies is promoted to prolong the shelf-life of fresh vegetables. The objective of this work was to evaluate the effect of an edible coating (EC) formulated with a mixture of aloe vera gel (AV) and Rosehip oil (RM) to prolong the shelf life of fresh radish. In the first stage the raw material was characterized physico-chemically. Then a flow diagram of the CR application process was designed, using six formulations: T1 (100.0 % and 2.0 %), T2 (100.0 % and 1.0 %), T3 (50.0 % and 0.0 %), T4 (50.0 % and 1.0 %), T5 (50.0 % and 2.0 %), T6 (100.0 % and 0.0 %) of AV and MR, respectively. Weight loss, texture, color, vitamin C, total soluble solids, titratable acidity and pH were evaluated in radishes, using the completely randomized statistical design, with a 2x3 factorial arrangement with three repetitions. The best treatment (T4: 50 % VA and 1.0 % RM) presented the following physicochemical characteristics after 13 days of storage: weight loss (2.15%), texture (30.05 mJ), color ($L^* = 81.21$, $a^* = -0.3$, $b^* = 12.88$, $\Delta E = 6.85$), vitamin C (12.068 mg /100g), total soluble solids (1.97 ° Brix), pH (5.4), titratable acidity (0.0551%). The concentrations of the AV gel and the RM oil had a significant influence on the different variables analyzed, resulting in an adequate alternative to prolong the shelf life of IV range radishes.

Keywords: Aloe vera, rosehip, radishes, IV range.

INTRODUCCIÓN

El rabanito es una hortaliza que posee un alto contenido vitamínico, destaca la presencia de vitamina C y ácido fólico; también contiene pequeñas cantidades de otras vitaminas del grupo B como B1, B2, B3 y B6. Es muy utilizado en la comida peruana, es un ingrediente infaltable en las ensaladas de varios platos típicos de nuestra gastronomía; en la que su hoja también se utiliza en la preparación de ensaladas (Wagner *et al.*, 2013).

En la actualidad la población mundial busca el consumo de alimentos nutritivos y saludables incentivando la agroindustria a la preparación de productos mínimamente procesados. Entre otras alternativas, se promueven el uso de la tecnología de IV Gama, empleando aditivos alimentarios para controlar reacciones deterioradas de la calidad del producto fresco, combinada con operaciones estrictas de selección, limpieza, troceado, control de marchitamiento del tejido y empacado en bolsas o bandejas cubiertas con películas plásticas, que preservan la calidad global (Pefaur, 2014). A diferencia, de lo que ocurre con otros vegetales procesados en los que se busca la estabilización del alimento, en los vegetales frescos cortados (VFC), se tiende a un producto

con apariencia fresca y que satisfaga ciertas necesidades derivadas de cambios recientes en ciertos hábitos de consumo; estas incluyen la reducción del tiempo de preparación y del volumen de descarte y la mayor simplicidad de uso. Además de poder presentarle al consumidor una gran variedad de opciones en un simple envase en algunos productos de gran tamaño, el procesamiento permite ofrecer al consumidor porciones apropiadas a sus necesidades (James y Ngarmsak, 2011).

La producción y venta de los alimentos mínimamente procesados se encuentra en constante crecimiento, y atrae el interés de diversas ramas del sector alimentario; de allí que las actuales investigaciones persigan conseguir un producto fresco muy similar al original, pero que a su vez sea microbiológicamente seguro y de buena calidad, tanto sensorial como nutricionalmente (Nieto-Orozco *et al.*, 2017). Los RCs están siendo considerados como una buena estrategia para reducir los efectos perjudiciales que inflige el procesado mínimo en los tejidos vegetales de frutas y hortalizas frescas cortadas. Así, la barrera artificial semipermeable que constituye una cobertura polimérica, contribuye a la extensión de la vida útil del pro-

ducto al reducir la migración de humedad y de solutos, el intercambio de gases, la respiración, y otras reacciones oxidativas, disminuyendo así los desórdenes fisiológicos (Ramos-García *et al.*, 2010).

En estos últimos años, el gel de aloe vera, como RC, ha sido objeto en varias investigaciones, siendo aplicado en frutas frescas como mangos, paltas, nectarinas, manzanas, papayas, uvas de mesa, cerezas dulces, higos, fresas, tomates, melocotones y ciruelas; así como, también en productos mínimamente procesados como zanahorias, mangos, kiwis y granadas (García, Ayala & Sánchez, 2019); en todos estos productos hortofrutícolas, se ha demostrado que el gel de aloe vera conserva los parámetros fisicoquímicos tales como el color, la firmeza, la acidez total, reduciendo las tasas respiratorias, la producción de etileno (en los frutos climatéricos) y la pérdida de peso, lo que lleva al mantenimiento de las características de calidad y la extensión de la vida de anaquel (García, Ayala & Sánchez, 2019). Por otro lado, las propiedades de barrera al vapor de agua de un RC pueden ser mejoradas con la adición de lípidos, que emulsificados en la solución formadora de coberturas o formando una doble capa sobre el producto, conducen a propiedades hidrofobas más altas, ayudando a prevenir reacciones degradativas del tejido como consecuencia de la pérdida de humedad; así como, las reacciones respiratorias en los tejidos vegetales. De acuerdo con esto, el aceite extraído de las semillas de la rosa mosqueta es una fuente barata de ácidos grasos insaturados, que se está volviendo muy popular, teniendo aplicaciones en industrias tales como la cosmética y la farmacéutica, debido a sus propiedades antioxidantes (Paladines *et al.*, 2014). El objetivo del presente trabajo de investigación fue estudiar el efecto de la composición de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller L.) y de aceite de rosa mosqueta sobre la calidad y la vida útil del rabanito (*Raphanus sativus* L.) mínimamente procesado almacenado a 5°C.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con un arreglo factorial multinivel 2x3 de los tratamientos, con tres repeticiones, determinando los efectos de dos factores en 18 corridas. El primer factor, representado por la concentración de aloe vera, con dos niveles (50 y 100 %) y el segundo factor, la concentración de Rosa Mosqueta, con tres niveles (0 %, 1 % y 2 %).

Materia prima

Los rabanitos de la variedad Varda y el aloe vera se adquirió del mercado 02 de mayo del distrito de Chimbote, Santa, Ancash. El gel obtenido presentó una humedad de 99.415 ± 0.062 %, pH: 4.285 ± 0.093 , sólidos solubles totales: 0.267 ± 0.115 °Brix, y una acidez titulable: 0.049 ± 0.005 % (en base al ácido málico).

Insumos

Aceite de rosa mosqueta 100% extracto natural Derma Rosé, glicerina líquida ERZA®, Lecitina de soya granulada Lecitina.

Análisis fisicoquímicos de la materia prima y producto final

Se determinaron: humedad (método 926.08 de la AOAC 2005); cenizas (AOAC 923.03 2005); pérdida de peso (se determinó gravimétricamente, la pérdida de peso respecto al peso inicial); temperatura (se utilizó un analizador de textura con una probeta cilíndrica de 5 mm de diámetro, a una velocidad de penetración de 0.5 mm/s); color (se realizó la medición de coordenadas de color según CIE 1986 L* a* b*); vitamina C (espectrofotometría por el método colorimétrico del 2,6-diclorofenol-indofenol AOAC, 1990); sólidos solubles totales (refractometría en base al método AOAC 932.12 2005); acidez titulable (método 10.026 de la AOAC 1984) y pH (AOAC 981.12 2005).

Descripción del proceso

La materia prima fresca se almacenó por dos horas a 10°C, para reducir los procesos metabólicos como la transpiración; se descartaron los rabanitos que presentaron daños notorios e indeseables y se agrupó según las propiedades físicas como color, tamaño. Lavado y desinfect-

ción: los rabanitos fueron lavados y desinfectados en agua a 200 ppm de cloro activo durante 10 minutos a 15°C. A seguir, se cortaron en una rodajadora industrial a fragmentos de 2 mm de espesor; se sumergieron en agua de 150 ppm de NaOCl por 5 min a 5°C y se eliminó el agua superficial, colocándose en una centrífuga durante 1 min (Batch 10 Kilos* 15 segundos).

Para la extracción del gel de aloe vera, las hojas de aloe vera se lavaron y se agregó hipoclorito de sodio al 2 %, para eliminar la suciedad de la superficie, la aloína (líquido de color amarillo) fue extraída mediante la reducción de la base de las hojas, la pulpa (gel) se separó cuidadosamente del parénquima con un cuchillo y el gel fue almacenado a 10°C.

Preparación del recubrimiento a base de gel aloe vera y Rosa Mosqueta: se disolvieron las concentraciones del aceite de rosa mosqueta en 1.0 % de lecitina de soya (surfactante) y luego añadiendo al gel mucilaginoso de aloe vera diluida en agua homogenizando por espacio de cinco minutos, con adición de 2.0 % p/p de glicerol como plastificante.

Aplicación del recubrimiento comestible (RC): la técnica de aplicación utilizada fue la inmersión: las rodajas de rabanitos fueron sumergidos en cada una de las soluciones, por espacio de

cinco minutos; luego, estos se colocaron con los recubrimientos comestibles en bandejas de acero inoxidable y se secaron mediante aire comprimido a temperatura ambiente por 20 min. Se procedió a pesar 150.0 ± 1.0 g de los rabanitos mínimamente procesados y se colocaron en clamshell de cierre hermético; posteriormente, los rabanitos envasados fueron almacenados a 5°C de temperatura por 16 días.

Análisis estadístico

Se consideraron:

- Variables Independientes: concentraciones del gel de aloe vera y aceite de Rosa Mosqueta
- Variables respuestas: pérdida de peso, textura, color, vitamina C sólidos solubles totales, acidez titulable, pH.

Se utilizó el programa estadístico STATGRAPHICS centurión XVI.I, se realizó análisis de varianza (ANOVA), a fin de determinar las diferencias estadísticas entre las medias y si los valores de las variables dependientes estuvieron en función de los niveles de los factores o de la interacción entre ambos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización fisicoquímica del rabanito Varda

Los rabanitos Varda fresco presentaron las siguientes características fisicoquímicas (Tabla 1):

Tabla 1
Características Fisicoquímicas del rabanito Varda

ANÁLISIS FISICO-QUIMICO	CANTIDAD
Rendimiento (%)	74.10 ± 1.26
Humedad (%)	93.20 ± 0.27
Cenizas (%)	0.324 ± 0.023
Peso (g)	194.07 ± 18.13
Textura (mJ)	31.74 ± 2.69
Color de cáscara	L* = 44.17 ± 0.96, a* = 38.51 ± 5.02 y b* = 13.93 ± 2.04
Color de pulpa	L* = 87.24 ± 2.61, a* = -1.73 ± 0.67 y b* = 9.82 ± 0.72
Vitamina C (mg/ 100g)	15.35 ± 3.56
Sólidos solubles totales (° Brix)	3.17 ± 0.22
Acidez titulable (% ácido málico)	0.0544 ± 0.0013
pH	5.92 ± 0.094

Pérdida de peso

En la Figura 1, se observa que esta variable presentó un comportamiento creciente durante toda la etapa de almacenamiento. Se encontró que el tratamiento que presentó menor pérdida de peso fue el T5 (AV 50 % y RM 2 %) con 2.15 % de merma y el que presentó mayor pérdida de peso fue el control con 5.325 % de merma para el día 13 de almacenamiento.

Según Ramana *et al.* (2016), la pérdida de peso en las muestras del control de rabanito, tien-

de a aumentar cuando se compara con las muestras recubiertas, ya que el recubrimiento comestible a base de alginato de sodio, actuó como barrera de vapor de agua durante todo el período de almacenamiento.

El análisis de varianza, muestra que el tiempo de almacenamiento y los tratamientos con RC a base de AV y RM, todos los tratamientos perdieron peso durante el almacenamiento de manera significativa ($p < 0,05$) (Figura 2).

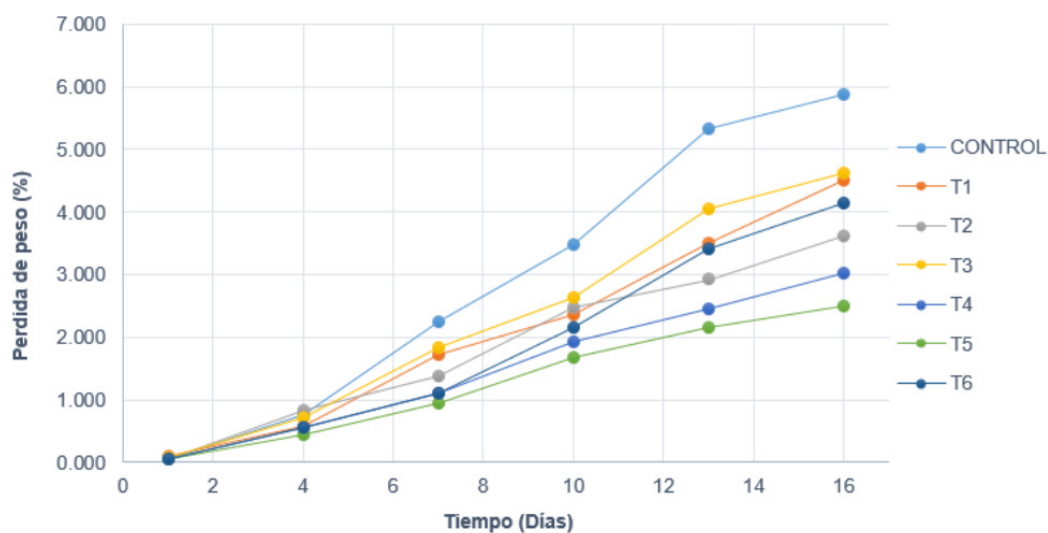


Figura 1. Efecto de recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera y aceite de rosa mosqueta sobre la pérdida de peso de los rabanitos de IV gama almacenados a 5°C durante 16 días.

Saavedra *et al.*, (2006) reportaron que la pérdida de peso aumentó como una función del tiempo de almacenamiento y la temperatura, pero, no aumentó en función del tipo de

corte. A 1°C y 5°C. La pérdida de peso fue 2-3 % al final de los 10 días de almacenamiento, mientras que a 10°C, fue aproximadamente 5 %.

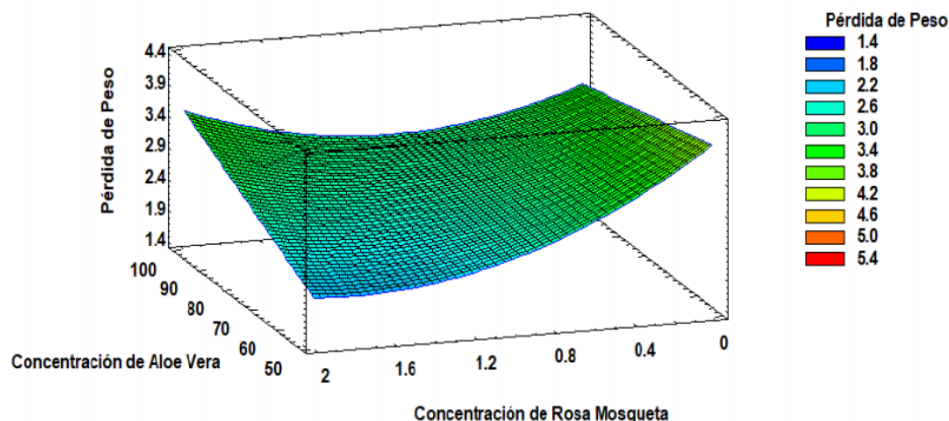


Figura 2. Superficie de respuesta para la pérdida de peso de los rabanitos de IV gama recubiertos después de 13 días de almacenamiento

Textura

En la Figura 3 se muestra los valores de la textura en los rabanitos de IV gama con recubrimientos a base de gel de aloe vera y aceite de rosa mosqueta durante el almacenamiento. La textura presentó un comportamiento ligeramente constante, siendo el tratamiento T4 (AV 50% y RM 1.0%), presentó una menor variación de la textura con 30.05 mJ y el que presentó mayor variación de la textura fue el control con 31.37 mJ después de 13 días de almacenamiento.

El análisis de varianza muestra que el tiempo de almacenamiento y los tratamientos con RC a base de AV y RM tienen un efecto signifi-

ficativo a un nivel de confianza del 95% sobre la textura (mJ) en los rabanitos de IV gama.

Chandra *et al.*, (2018), encontraron un patrón variable de cambios de textura de la piel durante el almacenamiento mientras que la textura de la pulpa interna disminuyó ($p < 0.05$) en el primer día de evaluación y luego aumentó, disminuyó o fluctuó (de manera significativa o insignificante) hasta el final del almacenamiento. En general, la textura de la piel de las muestras desempaquetadas aumentó cuando el tiempo de almacenamiento avanzó, aunque se encontraron algunas excepciones.

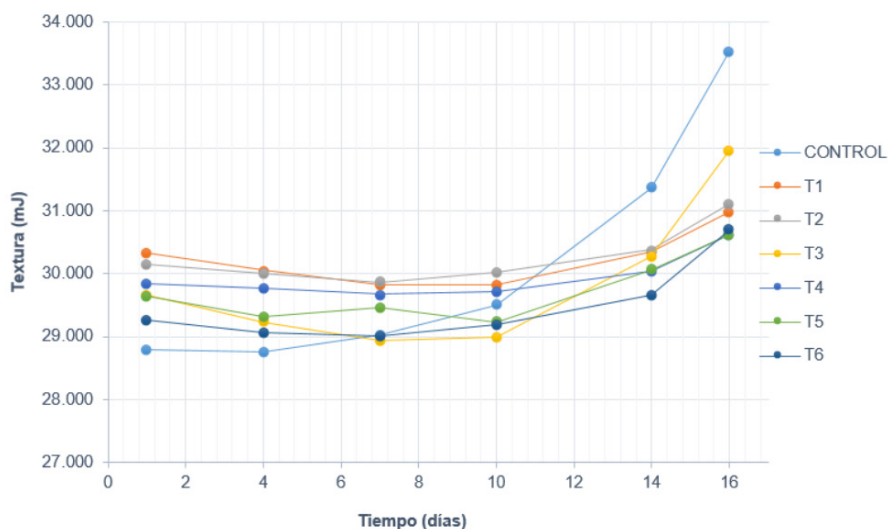


Figura 3. Efecto de recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera y aceite de rosa mosqueta sobre la textura de los rabanitos de IV gama almacenados a 5°C durante 16 días.

Salerno *et al.*, (2005), demostraron que la deshidratación causa cambios estructurales dramáticos en el rabanito, como la formación de cavidades, observada en la muestra en la parte superior de la figura y la descomposición de la corteza externa. Es evidente la reducción del volumen debido a la deshidratación.

En la Figura 4, la superficie de respuesta estimada muestra que la textura actúa de manera inversamente proporcional a la concentración del gel de aloe vera, cuando la concentración del aceite de rosa mosqueta es 0 % y de manera directamente proporcional cuando la concentración del aceite de rosa mosqueta es 2 %.

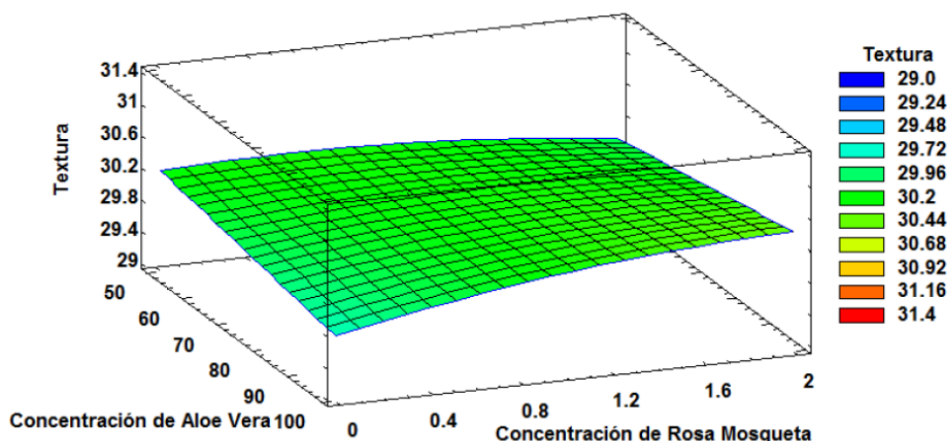


Figura 4. Superficie de Respuesta para la Textura de los rabanitos de IV gama recubiertos después de 13 días de almacenamiento

Variación del color

En la Figura 5, se muestran los parámetros de color L^* , a^* , b^* y ΔE , respectivamente, en los rabanitos de IV gama durante el almacenamiento. Se observa que a medida que transcurrieron los días en almacenamiento se dio una pérdida paulatina de blancura, siendo más notorio para el control (Figura 5a).

Con respecto al parámetro a^* , que evalúa colores de rojo a verde, presentó una tendencia ascendente en la curva, a medida que pasaron los días de almacenamiento mostrando valores cercanos a 0 (Figura 5b). Este comportamiento podría estar asociado con el enrojecimiento de las rodajas causado por la difusión del pigmento favorecida por la combinación de tiempo / temperatura (3 min / 50°C), (Goyenechea, 2014).

El parámetro b^* tiende a aumentar para todos los tratamientos a medida que pasaron los días de almacenamiento (Figura 5c). Estos cambios en los valores b^* , podrían estar relacionados con reacciones de pardeamiento observadas en las muestras tratadas debido a enzimas endógenas (por ejemplo, polifenoloxidasas, (PPO). Las quinonas formadas por medio de reacciones de PPO podría participar en reacciones secundarias que provocan la formación de productos secundarios oscuros (Rocha y Morais, 2003).

En cuando al ΔE , se observa que la diferencial del color aumenta durante el almacenamiento, siendo el control el que obtuvo un mayor aumento al de los demás (Figura 5d). Algunos autores informaron que, los cambios de

pH aumentan los valores de ΔE y croma en el rábano rojo chino debido a modificaciones

de antocianinas y glucosinolatos (Jing *et al.*, 2012).

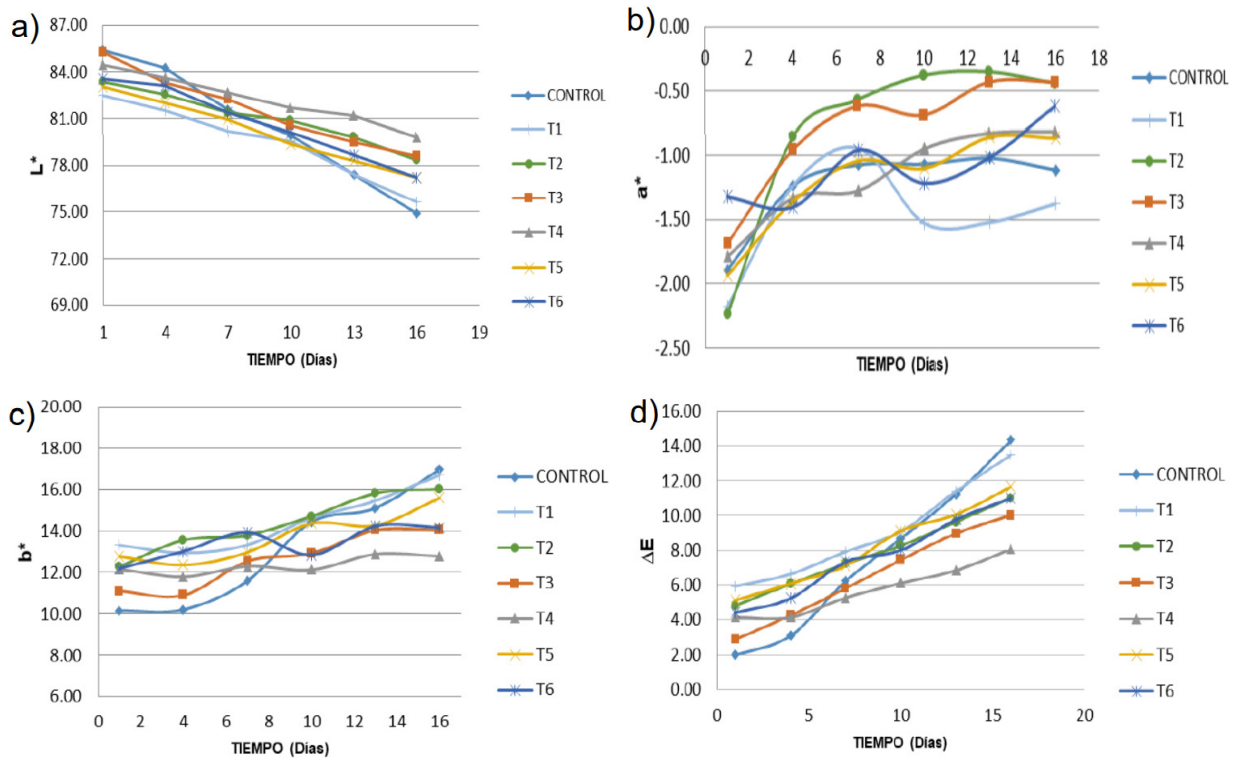


Figura 5. a) Efecto de recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera y aceite de rosa mosqueta sobre la luminosidad (L^*), b) parámetro (a^*). c) parámetro (b^*) y d) ΔE de los rabanitos de IV gama almacenados a 5°C durante 16 días.

En general, el tratamiento 4 mostró una tendencia a mantener en mejor forma la calidad de los rabanitos de IV gama, en comparación con los tratamientos restantes. En este sentido, Serrano *et al.*, (2006) refieren que el uso de revestimiento de gel de Aloe vera es una alternativa, para mantener la calidad y evitar el pardeamiento en los productos recién cortados.

El análisis de varianza muestra que el tiempo de almacenamiento y los tratamientos con RC a base de AV y RM tienen un efecto significativo sobre los parámetros L^* , a^* , b^* y ΔE en los rabanitos de cuarta gama.

En la figura 6a, se observa que a un nivel menor de concentración del gel de aloe vera la luminosidad es mayor, mientras que la concentración óptima del aceite de rosa mosqueta fue 0.872 %. A mayor concentración del aloe vera y del aceite de rosa mosqueta, el valor a^* disminuye (Figura 6b). A un nivel mayor de concentración del gel de aloe vera y de aceite de rosa mosqueta, el parámetro b^* aumenta (Figura 6c) y a una menor concentración del gel de aloe vera y a un intervalo de 0.00 % a 0.85 % de aceite de rosa mosqueta, el ΔE disminuye (Figura 6d).

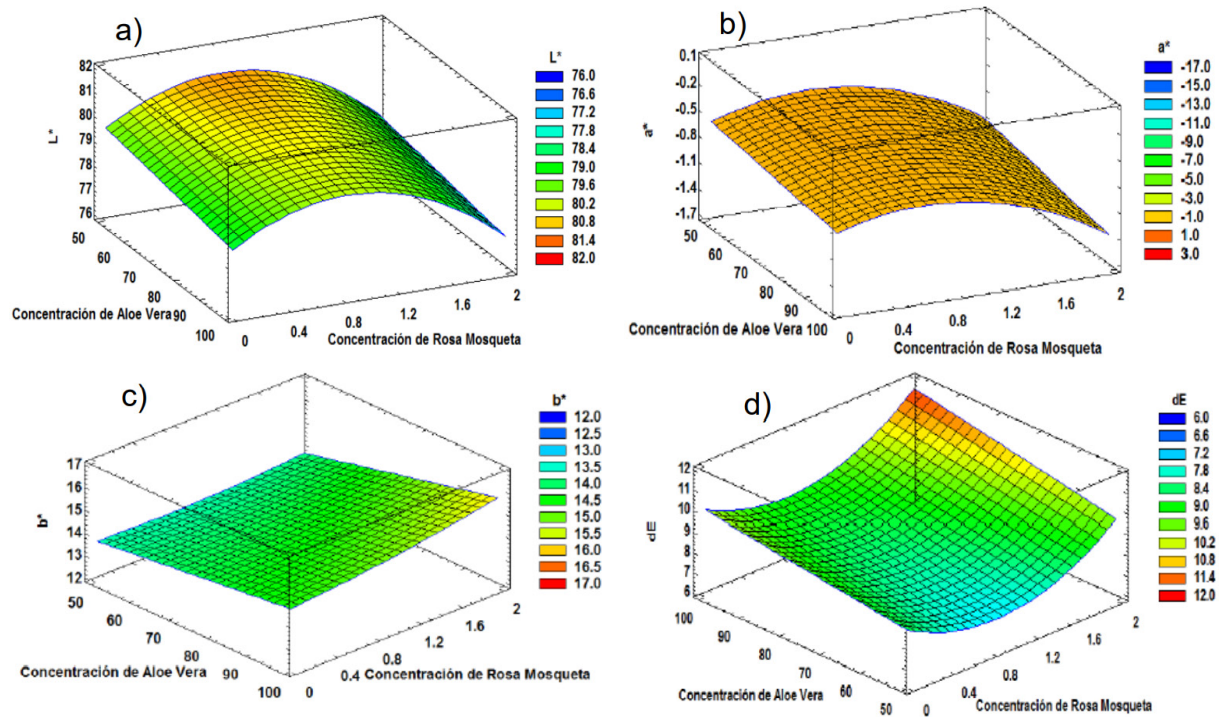


FIGURA 6. a) Superficie de Respuesta para la luminosidad (L*), b) parámetro (a*), c) parámetro (b*) y d) ΔE de los rabanitos de IV gama recubiertos después de 13 días de almacenamiento

Variación del contenido de Vitamina C (mg/100g)

En la Figura 7, se ilustra el comportamiento del contenido de vitamina C en rabanitos con

cubierta comestible, presentando una tendencia general a disminuir de manera constante durante su almacenamiento.

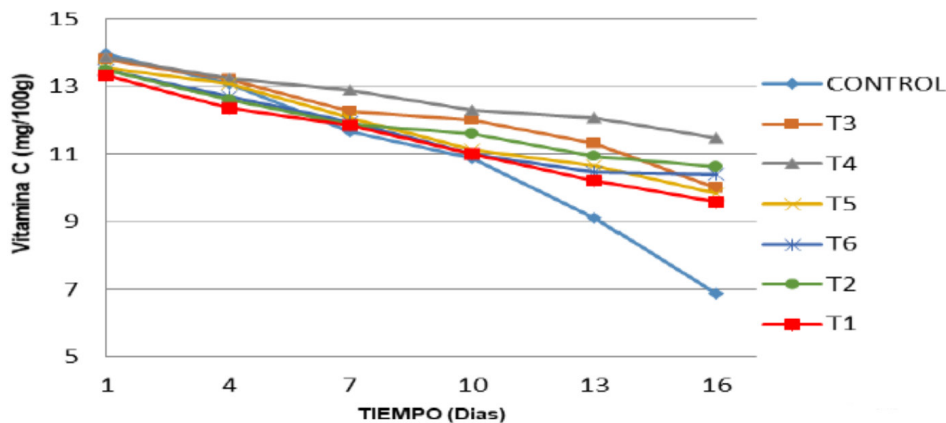


Figura 7. Efecto de recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera y aceite de rosa mosqueta sobre el contenido de Vitamina C de los rabanitos de IV gama almacenados a 5°C durante 16 días.

El tratamiento que mantuvo un mejor contenido de vitamina C fue el T4 (AV 50% y RM 1.0%) con 12.068 mg vit.C/100g y el que presentó menor contenido fue el control con 9.116 mg vit.C/100g, para el día 13 de almacenamiento.

El contenido de ácido ascórbico en la mayoría de los vegetales disminuye cuando aparecen hematomas, recortes y cortes. Este contenido en el corte en fresco producido durante el almacenamiento, se ve afectado tanto por la biosíntesis como por las reacciones de degradación (Lee *et al.*, 2003). Por lo tanto, la disminución del ácido ascórbico en el rábano de IV gama, no significa necesariamente una falta de biosíntesis de ácido ascórbico, sino el consumo conjunto de este antioxidante por reacciones de pardeamiento. Esto podría causar un aumento en la actividad de la ascorbato

oxidasa y la polifenol oxidasa, las cuales promueven la conversión del ácido ascórbico en ácido deshidroascórbico (Lee y Kader, 2000).

Saavedra *et al.* (2006), observaron pocas diferencias de calidad entre 1 y 5 °C en rábanos mínimamente procesados, mientras que 10 °C contribuyó a la pérdida de calidad del producto. A esta temperatura, la pérdida de ácido ascórbico (vitamina C) era alta en rábano picado, en comparación con las temperaturas más bajas.

En la Figura 8, se muestra que el contenido de vitamina C es afectado inversamente proporcional a la variación de la concentración de gel de aloe vera. En el caso del efecto de la concentración de aceite de rosa mosqueta, se observa en forma de parábola llegando a su punto óptimo con 0.81%.

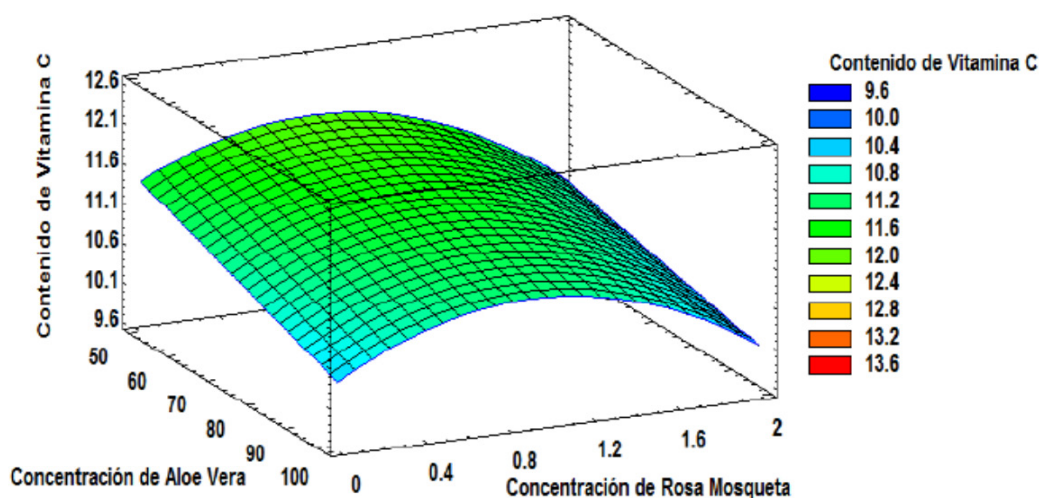


Figura 8. Superficie de Respuesta para el contenido de Vitamina C de los rabanitos de IV gama recubiertos después de 13 días de almacenamiento

Variación de los sólidos solubles, acidez titulable y pH

En la Figura 9a se muestra el comportamiento del contenido de sólidos solubles totales en el rábano con cubierta comestible a base de gel de aloe vera y aceite de rosa mosqueta, presentando una tendencia a disminuir durante el

almacenamiento. El tratamiento que mantuvo una mejor concentración de los sólidos solubles totales fue el T4 (AV 50% y RM 1.0%) con 1.97 y el que presentó menor contenido de sólidos solubles totales fue T3 (AV 50% y RM 0.0%), con 1.60.

Generalmente, los azúcares reductores tienden a disminuir durante los días de almacenamiento. Esta reducción está relacionada con los cortes que se hicieron en los rábanos, que aceleraron el consumo de reservas en el metabolismo en un intento de reparar la lesión.

De acuerdo con Saavedra *et al.* (2008), los procesos mínimos de rábano afectan la pérdida de sólidos solubles y, por lo tanto, con un mayor nivel de procesamiento, se activan más reacciones por la pérdida de estos parámetros. Los rábanos rallados perdieron alrededor de 2,2 % de sólidos solubles durante 10 días en almacenamiento en frío, mientras que la pérdida observada en rodajas y rábanos enteros fue 0,43 y 1.1 %, respectivamente.

En la Figura 9b, se muestra el comportamiento de la acidez titulable en el rabanito con cubierta comestible a base de gel de aloe vera y aceite de rosa mosqueta. Durante el periodo de almacenamiento, esta acidez disminuyó en los rabanitos mínimamente procesados hasta el día 7, probablemente debido al rápido consumo de ácidos por las reacciones oxidativas que se han producido a lo largo de los días y al aumento en el consumo de estas moléculas de ácido durante el proceso de respiración (Chitarra y Chitarra, 2005). Luego aumentó, mostrando una acidez máxima en el día 16 de almacenamiento. Esto es probable tal vez, debido a una acumulación de ácidos orgánicos como resultado de la degradación de los componentes celulares (Moura, 1997).

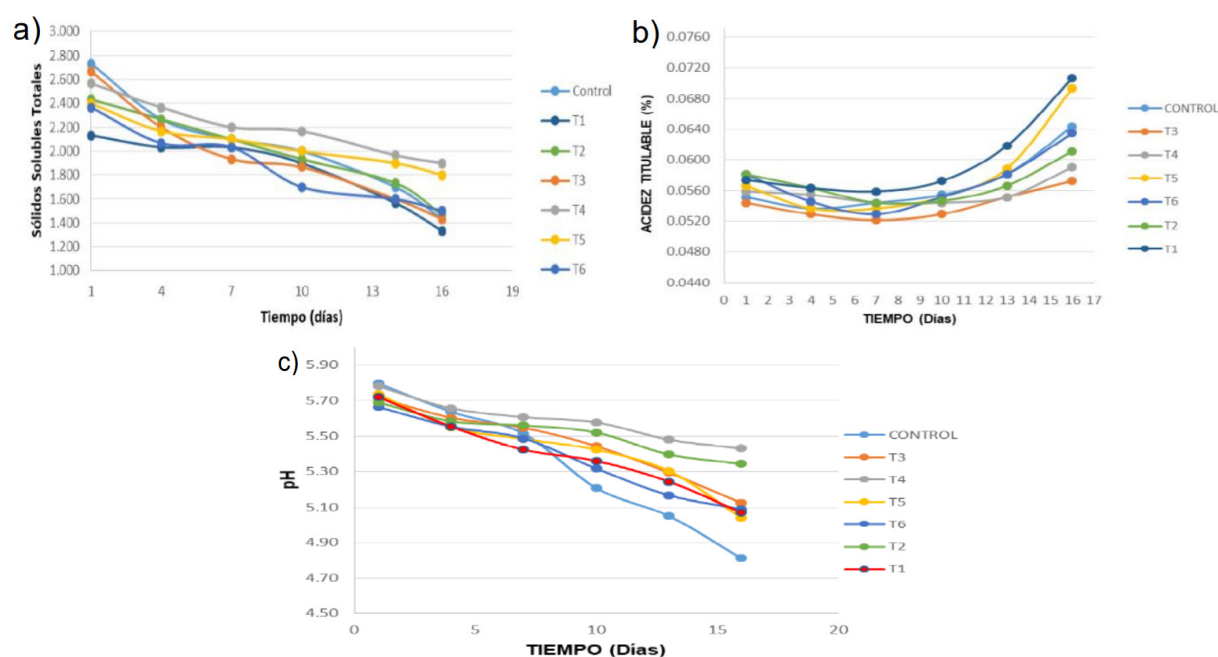


Figura 9. Efecto de recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera y aceite de rosa mosqueta sobre los a) sólidos solubles totales, b) acidez titulable y c) pH de los rabanitos de IV gama almacenados a 5°C durante 16 días.

El pH promedio fue de 5.73 en el día 1; 5.59 en el día 4; 5.52 en el día 7; 5.41 en el día 10 y 5.28 en el día 14 y 5.13 en el día 16 (Figura 9c). El valor más bajo (pH 4.81) se observó el día 16

para el control y en los tratamientos para 50 % de AV y 2 % de RM con 5.04. La tasa decreciente del valor del pH posiblemente se deba a la producción de ácidos orgánicos, como

el ácido málico y el ácido cítrico durante el almacenamiento como resultado de reacciones bioquímicas (Vega *et al.* 2014).

En términos generales, el T4 mantuvo en el tiempo una mejor concentración de sólidos solubles totales, con niveles de pH más estables, en comparación con el resto de los tratamientos.

En la Figura 10a, se muestra que la variación de sólidos solubles totales cambia inversa-

mente proporcional a la variación de la concentración de gel de aloe vera para 2% de aceite de rosa mosqueta. En la Figura 10b se observa que a mayor concentración del gel de aloe vera y a partir de la concentración de 0.8% de aceite de rosa mosqueta, la acidez titulable aumenta; por otro lado, a un nivel mayor de concentración del gel de aloe vera el pH disminuye; de igual manera con el incremento de la concentración de aceite de rosa mosqueta por encima de 1.01 % el pH disminuye (Figura 10c).

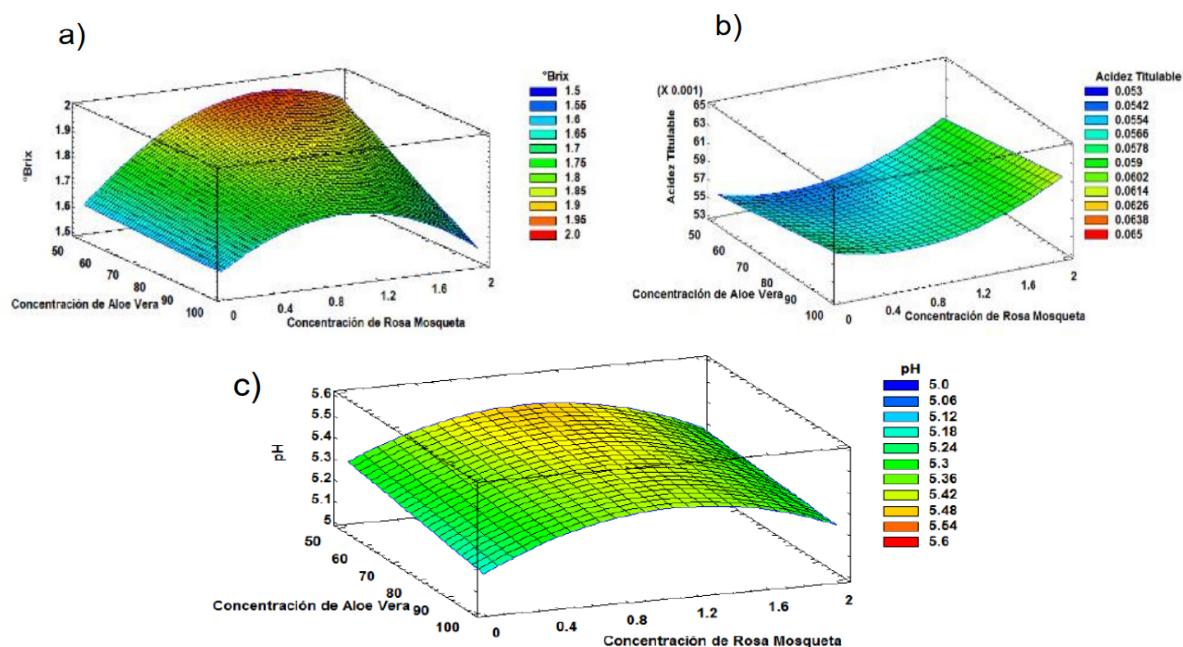


Figura 10. Superficie de respuesta para la variación de los sólidos solubles (a), acidez Titulable (b) y pH (c).

Obtención de la formulación óptima luego de 13 días de almacenamiento

Para describir la región o zona en donde se encuentra ubicada la formulación más adecuada se recurre a analizar la DESEABILIDAD, variable sobre la cual se logra optimizar la formulación del producto.

En la Tabla 2, se muestra el resumen general de los resultados finales, en donde se puede apreciar que la "deseabilidad" máxima se alcanza en la corrida 14, que le corresponde a la formulación de aloe vera al 50% y aceite de rosa mosqueta de 1.0%.

Tabla 2
Resultados de las formulaciones

Formulación	Variables Dependientes					Deseabilidad	
	L*	Pérdida de Peso	Textura	ΔE	pH	Prevista	Observada
1	77.48	4.16	30.48	10.92	5.26	0.206	0.283
2	79.84	3.52	30.22	10.27	5.38	0.557	0.506
3	80.41	2.95	30.74	7.98	5.28	0.658	0.626
4	81.91	2.77	29.74	6.23	5.58	0.528	0.000
5	78.31	4.76	29.74	10.22	5.44	0.403	0.000
6	78.41	3.39	30.12	9.91	5.31	0.465	0.513
7	79.88	3.63	30.18	9.42	5.42	0.606	0.525
8	78.14	3.54	29.12	9.49	5.01	0.427	0.000
9	81.96	1.49	31.23	6.03	5.39	0.667	0.000
10	79.71	2.77	29.82	9.41	5.34	0.650	0.623
11	76.84	3.94	30.77	11.77	5.36	0.126	0.000
12	77.64	4.24	30.59	10.81	5.18	0.436	0.264
13	77.89	4.06	29.81	11.55	5.11	0.000	0.215
14	79.77	2.19	29.18	8.3	5.47	0.702	0.372
15	78.87	4.34	29.86	9.17	5.29	0.400	0.452
16	78.43	3.04	30.28	9.54	5.26	0.681	0.532
17	79.74	3.36	30.75	9.26	5.39	0.634	0.487
18	79.48	3.31	29.74	9.94	5.18	0.365	0.498

L* Luminosidad

CONCLUSIONES

- El rabanito Varda se caracterizó por presentar un contenido de vitamina C igual a 15.35 ± 4.22 mg/100g, textura de 31.74 ± 2.69 mJ, color cáscara $L^*=44.17 \pm 0.96$, $a^*=38.51 \pm 5.02$, $b^*=13.93 \pm 2.04$, color de la pulpa $L^*=87.24 \pm 3.83$, $a^*=-1.73 \pm 0.78$, $b^*=9.82 \pm 0.84$, una concentración de sólidos solubles de 3.17 ± 0.22 °Brix, un nivel de acidez titulable de 0.054 ± 0.01 %, pH de 5.92 ± 0.09 , un diámetro de 6.08 ± 1.26 cm, peso de 194.07 ± 18.13 g, con un nivel de humedad de 93.20 ± 0.25 % y contenido de cenizas de 0.32 ± 0.02 %.
- La combinación de 50.0% de gel aloe vera y 1.0% de aceite de rosa mosqueta resultó el mejor tratamiento, el cual después de 13 días generó una pérdida de peso de 2.45 ± 0.42 %, textura de 30.05 ± 1.06 mJ, color caracterizado por $L^*=81.21 \pm 1.25$, $a^*=-0.83 \pm 0.14$, $b^*=12.88 \pm 0.79$, $\Delta E=6.85 \pm 1.26$, un contenido de vitamina C de 12.068 ± 0.33 mg/100g y de sólidos solubles igual a 1.97 ± 0.06 , un nivel de acidez titulable de 0.06 ± 0.002 % y un pH de 5.48 ± 0.10 .
- Las concentraciones de gel de aloe vera y el aceite de rosa mosqueta influyen en la pérdida de peso, contenido de vitamina C, L^* , b^* , ΔE , sólidos solubles totales, acidez titulable y pH, resultando una alternativa adecuada para prolongar la vida útil de los rabanitos de IV gama, al determinar las concentraciones óptimas de ambos productos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHANDRA, D., LEE, J.S., CHOI, H., & KIM, J., (2018). Effects of Packaging on Shelf Life and

- Postharvest Qualities of Radish Roots during Storage at Low Temperature for an Extended Period. Hindawi. *Journal of Food Quality*.
- CHITARRA, M., & CHITARRA, A. (2005). Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293p.
- GARCÍA FIGUEROA, A., AYALA APONTE, A., & SÁNCHEZ TAMAYO, M. I. (2019). Efecto de recubrimientos comestibles de Aloe vera y alginato de sodio sobre la calidad poscosecha de fresa. *Revista U.D.C.A Actualidad, Divulgación & Científica*; 22 (2).
- GOYENECHÉ, R., ROURA, S., PONCE, A., VEGA-GÁLVEZ, A., QUISPE-FUENTES, I., URIBE, E., & DI SCALA, K. (2015). Chemical characterization and antioxidant capacity of red radish (*Raphanus sativus* L.) leaves and roots. *Journal of Functional Foods*, 16, pp.256-264.
- JAMES, J. & NGARMSAK, T., (2011). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/014/i1909e/i1909e00.htm>.
- NIETO-OROZCO, C., SANGOCHIAN, A. C., SIGNORET, N. T., GONZÁLEZ, E. V., TOLENTINO-MAYO, L., & VERGARA-CASTAÑEDA, A. (2017). Percepción sobre el consumo de alimentos procesados y productos ultraprocesados en estudiantes de posgrado de la Ciudad de México. *Journal of Behavior, Health & Social Issues*, 9(2), 82-88.
- JING, P., ZHAO, S., RUAN, S., XIE, Z., DONG, Y., YU, L., (2012). Anthocyanin and glucosinolate occurrences in the roots of Chinese red radish (*Raphanus sativus* L.), and their stability to heat and pH. *Food Chemistry*. 133, 1569–1576.
- LEE, G., & KADER, A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20(3):207-20
- LEE, J., PARK, H., LEE, C., & CHOI, W. (2003). Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *Lebensm. Wiss. U. Technology*, 36, pp. 323-329.
- Paladines, D., Valero, D., Valverde, J., Díaz-Mula, H., Serrano, M., & Martínez-Romero, D. (2014). The addition of rosehip oil improves the beneficial effect of Aloe vera gel. *Postharvest Biology and Technology*. 92.
- PEFAUR, J. (2014). IV Gama, Una Industria Alimentaria en Crecimiento. Recuperado de <http://www.odepa.gob.cl/publicaciones/articulos/iv-gama-una-industria-alimentaria-en-crecimiento-diciembre-de-2014>
- MOURA, M. (1997). The wrapping and storage effect at zero degree during the persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.) Taubaté ripening. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 32(11), pp. 1105-1109.
- RAMANA RAO TV, NILANJANA S. BARAIYA, PINAL B. VYAS, AND DHARA M (2016) Composite coating of alginate-olive oil enriched with antioxidants enhances postharvest quality and shelf life of Ber fruit (*Ziziphus mauritiana*-Lamk. Var. Gola). *Journal Food Science Technology*. 2016; 53(1):748–56
- RAMOS-GARCÍA, M. D. L., BAUTISTA-BAÑOS, S., BARRERA-NECHA, L. L., BOSQUEZ-MOLINA, E., ALIA-TEJACAL, I., & ESTRADA-CARRILLO, M. (2010). Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 28(1), 44-57.
- ROCHA, R., & MORAIS, A. (2003). Shelf life of minimally processed apple (cv. Jonagored) determined by color changes. *Food Control* 14(1), pp. 13-20.
- SAAVEDRA, J., SASAKI, F., HRIFFIE, L., ORTEGA, E., JACOMINO, A., & KLUGE, R. (2006). Fresh-cut radish using different cut types and storage temperatures. *Postharvest Biology and Technology*, 40(2), 149-154

SAAVEDRA, J., SASAKI, F., HRIFFIE, L., ORTEGA, E., TREVISAN, M., & KLUGE, R. (2008). Effect of antioxidants in fresh cut radishes during the cold storage. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51(6), 1217-1223.

SALERNO, A., PIERANDREI, F., REA, E., SEQUI, P., & VALENTINI, M. (2005). Definition of internal morphology and structural changes due to dehydration of radish (*Raphanus sativus* L. Cv. Suprella) using magnetic resonance imaging spectroscopy. *Agricultural Research Council*: 433-434.

SERRANO, M., VALVERDE, J., GUILLÉN, F., CASTILLO, S., MARTÍNEZ-ROMERO, D., & VALERO, D. (2006). Use of aloe vera gel coating preserves the functional properties of table grapes. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54: 3882-3886.

VEGA WRC, PIOTROWICZ IBB, PRENTICE C, BORGES CD (2014). Influence of different edible coatings in minimally processed pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch). *International Food Research Journal*, 21 (5):2017-2023

WAGNER A. E., TERSCHLUESSEN A. M., RIMBACH G. (2013). Health promoting effects of Brassica-derived phytochemicals: from chemopreventive and anti-inflammatory activities to epigenetic regulation. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2013: 964539.

CORRESPONDENCIA:

Dra. Elza Aguirre Vargas
eaguirrev@gmail.com