

Evaluación y análisis de técnicas de preservación de hortalizas de IV gama

November 16, 2022

Franco-Crespo, C.¹; Analuisa, M.²

RESUMEN

En la actualidad, la tendencia para el consumo de alimentos mínimamente procesados como hortalizas y frutas de IV gama crece conforme los cambios en los hábitos de consumo. Los métodos de conservación favorecen la inocuidad y calidad de los alimentos, así como la preservación de sus propiedades nutricionales y sensoriales. En este sentido, se plantea la evaluación de métodos combinados de conservación para observar su efecto en hortalizas de IV gama: lechuga cressa, tomate cherri y zanahoria. Los métodos combinados evaluados en este estudio son tipo de corte, variación de la concentración de ácido ascórbico (150 y 500 ppm) y empaque al vacío (0,5 atm). Los resultados, en muestras mantenidas a 4 °C, tienen un incremento en el tiempo de vida útil entre un 19% y un 70%. Los mejores tratamientos fueron: lechuga cressa con aplicación de ácido ascórbico (250 ppm), corte en tiras; tomate cherri enteros sin pedúnculo con ácido cítrico (500 ppm), y zanahoria en tiras, con ácido ascórbico (150 ppm). Como conclusión el uso de técnicas combinadas es una alternativa efectiva para mejorar la conservación de hortalizas.

Palabras clave: conservación, vida útil, análisis de alimentos, lechuga, tomate, zanahoria.

ABSTRACT

The consumption trend of minimally processed foods, such as vegetables and fruits of the IV range grows, directly as consumers' habits change. Conservation methods are used in food safety and quality, as well as in preserving the nutritional and sensory properties of products. In this sense, the evaluation of combined conservation methods is proposed to observe the effect on different vegetables of the IV range: crisp lettuce, cherry tomato, and carrot. The combined methods, evaluated in this study, are the type of cut, variation in concentration of ascorbic acid (150 and 500 ppm), and application of vacuum packaging (0.5 atm). Results showed that in samples kept at 4 °C, an increase in shelf-time between 19% and 70%. The best treatments were crisp lettuce with an application of ascorbic acid (250 ppm), cut into strips; whole cherry tomatoes without peduncle with citric acid (500 ppm), and carrot in strips, with ascorbic acid (150 ppm). In conclusion, the use of combined techniques is an effective alternative to improve the conservation of vegetables.

Keywords: preservation, lifetime, food analysis, lettuce, tomato, carrots.

¹Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Campus Huachi, 18013, Ambato, Ecuador. Correo electrónico: franco.crespo.ec@gmail.com

²Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Campus Huachi, 18013, Ambato, Ecuador. Correo electrónico: maryurialuisa20@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tendencia para el consumo de alimentos mínimamente procesados como hortalizas y frutas de IV gama crece proporcionalmente con el desarrollo de nuevas técnicas que alarguen la calidad organoléptica de estas. Las técnicas se han desarrollado en torno a diferentes tecnologías que alteran las características físicas o químicas de los alimentos. Es decir, existen diversas formas que pueden modificar la estructura natural, o ya sea reducir la oxidación, pérdida de agua, entre otras propiedades que evidencian de la descomposición de los alimentos (De Corato y Cancellara, 2019). La industria alimentaria, con este objetivo, dirige constantemente sus esfuerzos hacia el desarrollo de nuevos productos listos para su consumo, mediante la utilización de técnicas de conservación (químico, mecánico, físico o biológico), logrando incrementar su vida de anaquel. Estas técnicas garantizan la inocuidad y la calidad de los productos así como el mantenimiento de sus propiedades nutricionales y sensoriales (Infantes, 2015).

La fuente más común de deterioro de los alimentos es el causado por microorganismos y por procesos bioquímicos propios de los vegetales. Además, existen daños ocasionados por acciones físicas, golpes y magulladuras. Durante su almacenamiento, los productos frutihortícolas mantienen la respiración, lo que provoca la maduración y pudrición por senescencia ocasionando daños en su estructura así como de actividad enzimática, alterando visualmente su aspecto. Por ello, para que el alimento incremente el tiempo de vida de conservación (TVC) se debe minimizar el proceso enzimático de oxidación, entre otras acciones (Arteaga, 2010).

Derden Vercaemst y Dijkmans (2002) proponen las mejores prácticas disponibles (MPD) como un término que contempla un conjunto de acciones que intervienen en el procesamiento de frutas y hortalizas. Es decir, la incorporación de conceptos de tecnologías, evaluación permanente, reducción de costos para la organización y acciones en favor del ambiente. Este marco conceptual define acciones que se enfocan en la cantidad de desperdicios para un óptimo aprovechamiento de la materia prima y uso del agua. Considerando que el presente trabajo se enfoca en el grupo de hortalizas mínimamente procesadas (HMP), Hui *et al.* (2007) determinan que son tejidos vivos que continúan su actividad, cuyas propiedades organolépticas y nutricionales deben conservar su calidad para satisfacer la demanda del consumidor. Los métodos que existen en la actualidad para cumplir con este cometido contemplan técnicas para reducir la actividad de agua, así como la humedad superficial, con la finalidad de incrementar el TVC.

Algunos de los métodos mayormente difundidos en la industria conllevan la aplicación de técnicas de centrifugación, uso de antioxidantes, así como de técnicas de corte de las hortalizas, con la finalidad de inhibir, por ejemplo, el deterioro causado por la presencia de etileno. Es así que, se aplican diferentes técnicas para extender la vida útil de los productos como: refrigeración, desinfección, absorbentes de etileno, irradiación, recubrimientos comestibles, inmersión en baños químicos, atmósferas modificadas y controladas, tratamientos térmicos leves y radiación ultravioleta (UV-C) (Hernández *et al.*, 2014). Además, se considera el control durante todo el proceso para evitar daños superficiales que puedan degradar membranas por la activación de fosfolipasa D. Estas técnicas optimizan el aprovechamiento de los vegetales sin riesgo para la salud de los consumidores.

Los métodos que previenen el deterioro de la calidad actúan sobre el control de la respiración, producción de etileno, senescencia y ruptura de la latencia de las hortalizas. Jongen (2002) plantea que los métodos de preservación conllevan el control de la pérdida de agua, así como daños físicos que puede provocar la proliferación de patógenos como bacterias y hongos. Al respecto, Bhattacharjee Das y Dhua (2014) proponen condiciones mínimas aplicables para la clasificación, corte, lavado y almacenamiento de las HMP. En el caso de hortalizas de hoja, Aba (2017) concluye que se deben controlar durante todas las etapas los daños que puedan generarse sobre la superficie que intensifiquen la pérdida de calidad del producto.

En cuanto a la conservación de hortalizas se utilizan tratamientos químicos que permiten incrementar la vida útil de un alimento. Entre estos se puede citar, por un lado, el ácido L-ascórbico, las propiedades ácidas y reductoras que este posee son debidas al resto 2,3-enodiol en su estructura. También, ha sido utilizado como antioxidante que no tiene restricciones sobre su nivel de uso en alimentos de IV y V gama, previniendo el pardeamiento oxidativo, ya que actúa como un agente quelante sobre enzimas que contienen cobre como la PPO (polifenol oxidasa) (Piagentini, 1999). Por otra parte, el ácido cítrico ha demostrado que presenta una acción inhibitoria en el crecimiento de bacterias termófilas. Así también, tiene efectos en la inhibición del pardeamiento enzimático en frutas y verduras (Dussán *et al.*, 2017). En cambio, para el almacenamiento el envasado al vacío modifica la atmósfera interna del envase eliminando el aire que se encuentra en el interior de un contenedor o film para conseguir la prolongación de la vida útil del alimento. Este tipo de empaque conserva la calidad del producto en cuanto a su color, sabor, texturas, además de evitar la proliferación de microorganismos (Leiva, 2013). Finalmente, el tipo de corte incide directamente en cambios bioquímicos y alteraciones fisiológicas de una matriz viva. Es así que, al variar la dimensión del corte se influye en los cambios metabólicos y físicos de las hortalizas (Izquierdo y Naranjo, 2006).

En el caso del Ecuador en cuanto a la oferta y demanda, se calcula que el consumo de hortalizas alcanza los 192 g/día versus la media internacional de 400 g/día (Vikingo Semillas, 2015). Esto genera una expectativa para la industria de incrementar la oferta de HMP considerando los hábitos de consumo bajo el ritmo de vida actual de la población. En cuanto a la producción, en el Ecuador se estima que se producen 1278 ha de lechuga, como monocultivo, y alrededor de 366 ha de cultivos hortícolas diversificados (INEC, 2016). Moreno-Miranda *et al.* (2019) también han enfrentado retos de carácter socioeconómico y productivo en su estructura y articulación que hasta el momento no han sido analizados; tal es el caso de la red agroalimentaria de la uvilla, situada en la zona andina central del país. En este sentido, el presente estudio muestra las principales características socio-productivas de la red agroalimentaria mencionada, la identificación de etapas, agentes y actividades (primarias y de soporte mencionan que el mercado de frutas y vegetales se incrementa (influenciado por el sector exportador) en un 4,2% anual. Es decir que, por las dinámicas de los mercados locales e internacionales hay una perspectiva de incremento de la demanda.

Además, se debe mencionar que los principales síntomas de deterioro en vegetales incluyen cambios en la textura, color, pérdida de nutrientes y rápido desarrollo microbiano. La disminución de dichas pérdidas en el proceso de conservación requiere de la adopción de tecnologías mejoradas que

permitan brindar una mayor estabilidad a las características sensoriales y nutritivas durante el TVC para que el consumidor pueda disfrutar de HMP con las características sensoriales de un alimento fresco. Por este motivo, el presente trabajo tiene como propósito analizar varias técnicas de preservación de hortalizas de IV gama, en el cual, se consideran tres diferentes tipos de corte, que varía la superficie expuesta, tratamiento químico y tipo de envasado para la evaluación sobre: lechuga cressa (*Lactuca sativa* var. Crispa), tomate cherri (*Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme) y zanahoria (*Daucus carota* var. Chantenay).

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación y conservación de la muestra

Este estudio comprende la evaluación de técnicas en el incremento de vida útil de hortalizas de IV gama. En el diseño se considera la lechuga cressa, tomate cherri y zanahoria adquiridos en el mercado Mayorista del Cantón Ambato, principal centro de intercambio de productos frescos de la Sierra central del Ecuador. Las hortalizas fueron seleccionadas de acuerdo con su calidad (madurez comercial), y procesadas el mismo día de su adquisición. Los parámetros de selección se basan en la Norma NTE INEN 2104:1996.

Para el tratamiento se realizó el lavado de cada muestra con agua potable corriente. La desinfección se realizó mediante inmersión, durante 3 minutos, utilizando 1 litro de una solución de ácido láctico al 1%. Después, se enjuagó el producto con agua previamente hervida y enfriada a 4 °C. Este procedimiento tiene la finalidad de evitar contaminación proveniente del agua corriente. Para el corte se empleó cuchillos de cerámica tratados con cloruro de calcio. El tratamiento se realizó por inmersión en la solución preparada por un tiempo de 2 minu-

tos, y posteriormente un secado por centrifuga manual por 10 minutos. La muestra se preparó por triplicado con un peso estimado de 50 gramos, utilizando una balanza analítica, seguido del pesado se realizó el envasado en bolsas extruidas de 40 μ utilizando una envasadora de vacío de marca Italian Pack Yang y manualmente con una selladora eléctrica para los tratamientos envasados al aire (figura 1). Las muestras de todos los tratamientos fueron almacenadas en refrigeración a una temperatura de 4 °C por un periodo de 14 días.

Para este efecto, se empleó un diseño experimental A x B x C completamente al azar con tres réplicas y un grupo control, que fue aplicado a los datos obtenidos del análisis sensorial y fisicoquímico para la determinación del mejor tratamiento en cada hortaliza. En el análisis estadístico se propuso un arreglo factorial, compuesto por tres puntos: (1) tipo de corte, (2) tratamiento químico, y (3) tipo de envasado, con dos niveles para cada factor. Los resultados de los análisis sensorial y fisicoquímico para la determinación del mejor tratamiento fueron analizados en el programa Statgraphics Centurión XVI con el que se obtuvo el ANOVA multifactorial para la evaluación de las diferencias significativas entre tratamientos con la prueba de Tukey, a un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

Las concentraciones de ácido cítrico y ascórbico empleadas se basan en estudios previos (Al-Juhaimi *et al.*, 2018; Arteaga, 2010) que determinan la efectividad del uso de estos tratamientos en hortalizas. Así también, la mezcla de ácidos se plantea, en el presente trabajo, para observar los efectos de su aplicación, en una comparación de metodologías, sujeta a un análisis previo de concentraciones en cantidades entre 50 ppm y 500 ppm. El proceso estándar para cada muestra, como se describe en la figura 1 para el caso de la lechuga, considera una variación en tipo de corte y las concentraciones de antioxidantes. En la figura 1 se observa que las variaciones de

Hortaliza	Factores	Niveles
Lechuga	A. Tipo de corte	a ₀ . Tiras 8 cm x 3 cm
		a ₁ . Tiras 8 cm x 0,5 cm
	B. Tratamiento químico	b ₀ . Ácido cítrico 200 ppm
		b ₁ . Ácido ascórbico 250 ppm
	C. Tipo de envasado	c ₀ . Al vacío
		c ₁ . Aire
Tomate cherri	A. Tipo de corte	a ₀ . Mitades (longitudinales)
		a ₁ . Entero (corte de pedúnculo)
	B. Tratamiento químico	b ₀ . Ácido cítrico 500 ppm
		b ₁ . Ácido ascórbico 150 ppm
	C. Tipo de envasado	c ₀ . Al vacío
		c ₁ . Aire
Zanahoria	A. Tipo de corte	a ₀ . Tiras (7 cm x 1 cm)
		a ₁ . Rallado
	B. Tratamiento químico	b ₀ . Ácido cítrico 500 ppm
		b ₁ . Ácido ascórbico 150 ppm
	C. Tipo de envasado	c ₀ . Al vacío
		c ₁ . Aire

Tabla 1. Factores y niveles de estudio.

corte para la lechuga son en tiras de 8 x 3 cm y de 8 x 0,5 cm, aplicación de una concentración de 200 ppm de ácido cítrico y 250 ppm de ácido ascórbico.

El proceso anteriormente descrito es aplicable para el corte de tomate cherry. En el primer caso, el corte se realiza por mitades, y una variación sin corte (entero). Las concentraciones de antioxidantes aplicadas son de 150 ppm (ácido ascórbico) y 500 ppm (ácido cítrico). En el caso de la zanahoria, el proceso de corte corresponde a tiras de 7 x 1 cm y una presentación por rayadura. Las concentraciones de antioxidantes. La aplicación de solución se definió en cantidades similares al tomate, es decir, de 150 ppm (ácido ascórbico) y 500 ppm (ácido cítrico).

El análisis llevado a cabo establece una repetición de la medición de parámetros (observación pérdida de vida útil y peso) desde el día 0 al día 14, cada 48 horas. Aquellas muestras con una pudrición observada, no mayor al 40%, fueron llevadas al análisis fisicoquímico, sensorial y microbiológico. La selección se basa en la muestra que presenten menor pardeamiento, pérdida de color y firmeza (tabla 1). Además, se debe indicar que como variable controlada se aplicó empaque al vacío para todas las muestras sometidas a una presión de 0,5 atm, así también se cuenta con un grupo control sin aplicación de vacío.

Evaluación sensorial

La calidad sensorial fue evaluada con un panel semientrenado de 15 catadores, los cuales fueron preparados para productos frutihortícolas. El número de panelistas se estableció en los trabajos similares de Vaca (2013) y Cutzal Morales (2005). Los atributos evaluados fueron: color, el pardeamiento en bordes mediante una escala hedónica de 5 puntos, la cual determina la percepción del panelista para los parámetros citados, analizados mediante estadística descriptiva.

Análisis fisicoquímicos

Dentro del análisis fisicoquímico se estableció la medición del pH de las muestras con un potenciómetro Mettler Toledo, así como de medición del porcentaje de acidez titulable mediante un titulador automático (Mettler Toledo, EUA), calibrados previamente. Para su evaluación se aplicó la Norma NTE INEN-ISO 750:2013. Todos los análisis se realizaron en el laboratorio, de la Facultad de Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

En las pruebas de sólidos solubles, para la determinación de los °Brix, se trituraron 5 gramos de muestra en un mortero y se colocaron de 1 a 2 gotas de la muestra en el refractómetro (Atago, Japón) el cual fue calibrado con antelación utilizando agua destilada.

Análisis microbiológico

Para este análisis se realizaron diluciones seriadas hasta 10⁻³. Para el recuento de mesófilos aerobios y mohos/levaduras se empleó la siembra en masa que se efectuó añadiendo 1 ml de la dilución en una placa estéril, a continuación se vertió 15-20 ml de medio de cultivo fundido y templado a 45 °C (Plate Count Agar (PCA) y Agar Papa Dextrosa (PDA) respectivamente) después de su solidificación se invirtieron las placas y se incubaron a 37 °C por 24 horas y 25 °C durante 5 días respectivamente de acuerdo con la Norma NTE INEN 1529-5 y NTE INEN 1529-10. Para *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* se llevó a cabo una siembra en superficie y se incubó a 37 °C por 48 horas siguiendo lo establecido por el Método AOAC 987.09 y AOAC 967.25 empleando manitol y *Salmonella-Shiguelia* Agar como medio de cultivo. La detección de *Escherichia coli* fue realizada en placas Compact Dry con una temperatura de incubación de 37 °C por 24 horas. Las siembras se realizaron por duplicado.

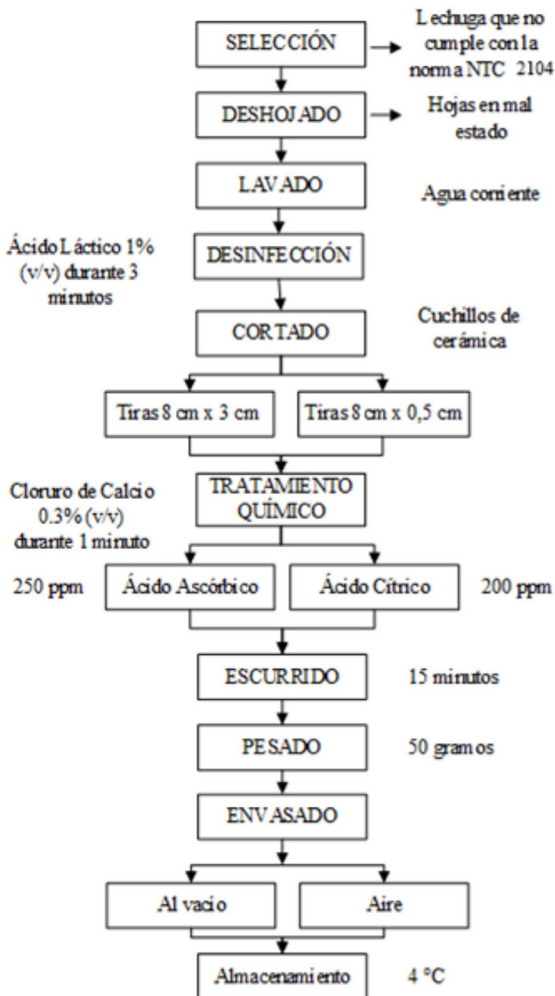


Figura 1. Diagrama de flujo para cada tratamiento descrito en muestras de lechuga cresa. Elaborado por los autores.

N.º tratamiento	Combinaciones	Análisis sensorial y fisicoquímico
T1	a ₀ b ₀ c ₀	Color Pardeamiento en bordes Sabor Textura Aceptabilidad pH Acidez Brix
T2	a ₀ b ₀ c ₁	
T3	a ₀ b ₁ c ₀	
T4	a ₀ b ₁ c ₁	
T5	a ₁ b ₀ c ₀	
T6	a ₁ b ₀ c ₁	
T7	a ₁ b ₁ c ₀	
T8	a ₁ b ₁ c ₁	
C1	Control a ₀ c ₁	
C2	a ₁ c ₁	

Tabla 2. Combinaciones experimentales.

Evaluación de calidad

• Color

Las muestras fueron sometidas a una evaluación de color mediante un colorímetro Lovibond RM-200 utilizando el modelo CIE L* a* b*. Las mediciones se realizaron en el día de procesamiento de las hortalizas (día 0) y en los días 7 y 14 de almacenamiento registrándose por cada determinación 10 mediciones en diferentes puntos de la muestra.

• Vida útil

La determinación del tiempo de vida útil de las tres hortalizas de IV gama almacenadas a 4 °C se realizó mediante el análisis de pérdida de peso construyendo gráficas de regresión lineal con relación al tiempo de almacenamiento, empleando la ecuación de la recta para determinar el orden de la cinética de reacción de deterioro (García, 2008).

• Pérdida de peso

Para la pérdida de peso, el análisis se realizó en muestras del mejor tratamiento obtenido, registrándose el peso en una balanza analítica después del empaque y cada 48 horas de almacenamiento durante los 14 días de experimentación en las tres hortalizas. Para este análisis se aplicó la fórmula de acuerdo con Vaca (2013), que se describe a continuación:

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = 100 \left(\frac{\text{peso previo al almacenaje} - \text{peso luego del almacenaje (28h)}}{\text{peso previo al almacenaje}} \right)$$

RESULTADOS

Análisis de la conservación de la muestra

Los resultados obtenidos sobre las muestras analizadas en el caso de factores físicos como superficie y daños físicos, evaluados de forma periódica, permitieron observar cambios en la estructura de cada muestra analizada. En este caso, se observa el comportamiento y los cambios que afectan los pa-

rámetros mínimos de comercialización de todas las muestras durante el ciclo de almacenamiento entre 1 y 10 días.

Del análisis de cada muestra, se evaluaron por intervalos de tiempo, considerando la etapa final, como aquella en donde se presentan cambios no aceptados por el consumidor. En la figura 2 se observa el proceso de preservación inicial (1 día), intermedio (4 días) y final (10 días) de almacenamiento en tratamientos de corte en tiras de 8 cm x 3 cm aproximadamente y envasado al vacío, notándose un mayor deterioro por pardeamiento, especialmente en la extensión de corte de las nervaduras de lechuga. La principal fisiopatía causante del proceso de pudrición en poscosecha para la lechuga es el pardeamiento enzimático, manifestado con pequeñas manchas de color rojizo a pardo en las nervaduras de las hojas, principalmente en su nervadura central. Estos resultados fueron cotejados con el proceso realizado por González (2004).

En la figura 3 se presenta el desarrollo de la muestra de zanahoria en un periodo de 1 a 16 días. En esta figura se observa la decoloración en la muestra conservada durante el almacenamiento como el parámetro más perceptivo (visualmente) de la pérdida de la calidad en zanahorias mínimamente procesadas. El periodo inicial de evaluación se produjo al día 1, intermedio al día 7 y final al día 16 de almacenamiento. Aquí se observa palidez de la superficie del tejido exterior, causada por la deshidratación. Esta característica es el factor que con más notoriedad de daños en zanahorias de IV gama.

En la figura 4 se presentan las etapas de evaluación inicial (1 día), intermedio (10 días) y final (18 días). En la muestra con tomate cherri entero se observa una mínima transpiración. En este caso, existe una mejor preservación durante el almacenamiento en la muestra sometida a empaque al vacío.

Sensorial

Los resultados del análisis sensorial permitieron conocer el nivel de calidad de la muestra mediante la percepción de un panel de catadores que reflejaron el criterio de aceptabili-



Figura 2. Comportamiento de lechuga crespa IV gama durante el almacenamiento. a) periodo inicial, b) intermedio y c) final de almacenamiento (tratamientos T1-T3).

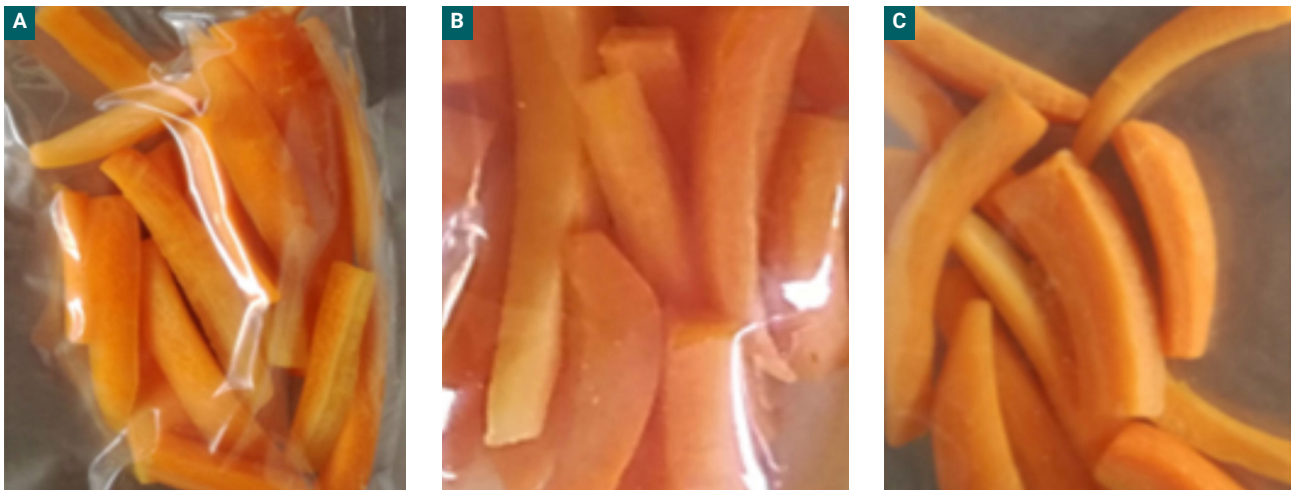


Figura 3. Comportamiento de zanahoria IV gama durante el almacenamiento. a) periodo inicial, b) intermedio y c) final de almacenamiento (tratamientos T1-T3).

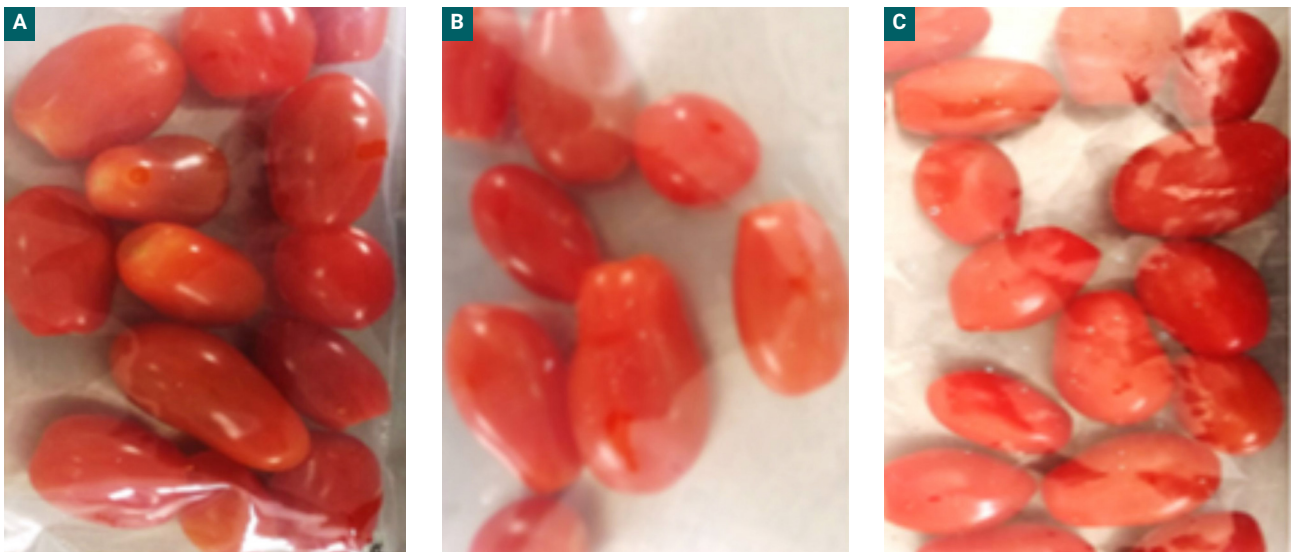


Figura 4. Comportamiento del tomate cherri IV gama durante el almacenamiento. a) periodo inicial, b) intermedio y c) final de almacenamiento (Tratamientos T1-T3).

dad de los consumidores potenciales de estos alimentos. Los tratamientos con mayor tiempo de conservación de las tres hortalizas (lechuga cresa, tomate cherri y zanahoria) fueron aquellos en donde la superficie de corte fue menor, alcanzando las puntuaciones más altas en la escala hedónica propuesta. Sin embargo, según los resultados existen cambios notorios entre este grupo de tratamientos cuando la muestra contiene mayor cantidad de humedad.

En la figura 5 se observan los tratamientos T3 y T1 como los más sobresalientes en cuanto a calificación sensorial para lechuga. En los atributos de sabor, textura y aceptabilidad las puntuaciones fueron mejores en el tratamiento T3 que corresponde a corte en tiras de 8 cm x 3 cm aproximadamente, inmersión en solución de ácido ascórbico 250 ppm y envasado al vacío, en el caso del tratamiento T1, se puede observar una

mejor evaluación únicamente en el desarrollo de pardeamiento en bordes y mínima diferencia en el color con respecto a T3.

De acuerdo con la figura 6, el tratamiento T3 presentó resultados que van a la par con los de T1 y T2, con ello se puede tomar como mejores a estos tratamientos según este análisis.

Los resultados obtenidos en el análisis sensorial (figura 7) el tratamiento T3 (piezas de 7 cm x 1 cm aproximadamente, inmersión en ácido ascórbico 150 ppm y envasado al vacío) demostró tener las mejores cualidades organolépticas para los jueces en los 5 factores medidos.

Para la lechuga, el tratamiento con tiras de mayor tamaño (8 cm x 3 cm, ácido ascórbico a 200 ppm y envasado al vacío) presenta en el análisis de sólidos solubles un promedio de 3,20 °Brix en el día 0, a 2,87 °Brix en el día 14 valor inicial semejante al de la lechuga sin tratamiento (3,23 °Brix). El pH

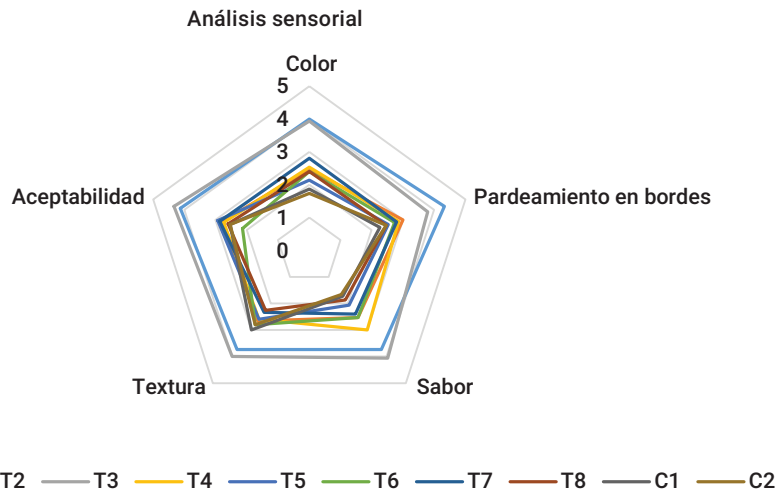


Figura 5. Resultados del análisis sensorial en lechuga.

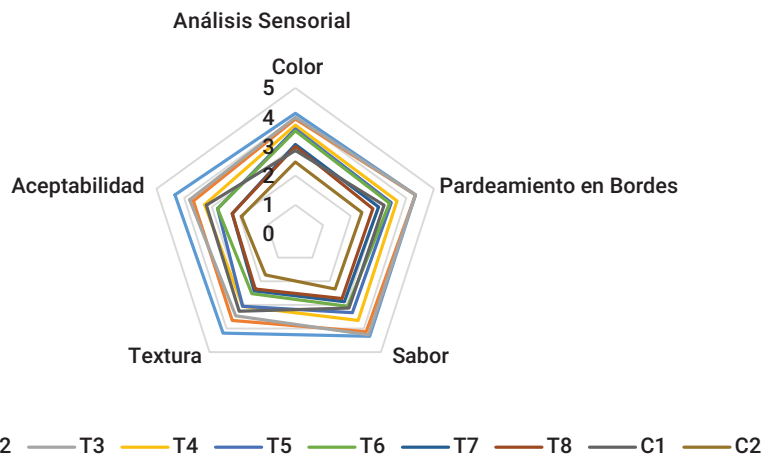


Figura 6. Resultados del análisis sensorial en tomate cherri.

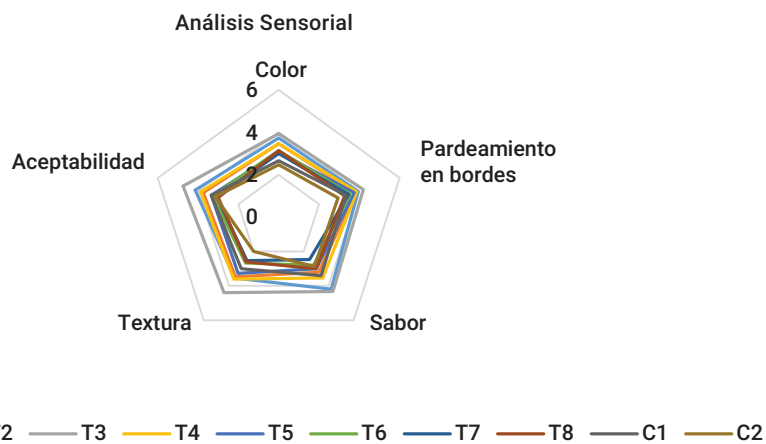


Figura 7. Resultados del análisis sensorial en zanahoria.

alcanza entre 6,04 y 6,47 hasta el último día de evaluación. La muestra de este tratamiento presenta el porcentaje de acidez en los días valorados 0, 7 y 14 (0,014; 0,071; 0,078%). Además, se pudo observar que la aplicación de ácido ascórbico no alteró significativamente el valor de estas propiedades, principalmente de pH y acidez, en relación con el grupo control. En este caso, esta aplicación actuó contrarrestando las reacciones enzimáticas que ocasionan el daño en la corteza de la hortaliza a causa del corte.

Por una parte, la muestra de tomate cherri presentó sólidos solubles, similares a los resultados publicados por Hernández (2013) (5,90 °Brix en tomate margariteño). En cuanto al pH, los resultados de la muestra sin corte (tomate entero sin pedúnculo, ácido cítrico 500 ppm y envasado al vacío) oscilan en 4,37-4,50 para los días 7 y 14, valores muy cercanos a los de tomate fresco 4,31 - 4,53 de pH, reportado por Gómez (2012). Esta muestra mantiene el equilibrio en la acidez durante el tiempo establecido con valores de 0,465%, 0,484% y 0,502% de acidez expresado en ácido cítrico en los días 0, 7 y 14 que son similares a los datos de Cantwell *et al.* (2009) de 0,49%-0,67% de acidez titulable.

Por otra parte, en la zanahoria se evidenció que la muestra con tiras entre 7 cm x 1 cm (ácido ascórbico 150 ppm y envasado al vacío) tiene resultados de 6,20 y 6 °Brix en los días 7 y 14, respectivamente, con valores similares a los reportados por Dussán *et al.* (2015) para zanahoria mínimamente procesada, (5,6 y 6,8 °Brix en los días 6 y 15). Esta muestra alcanzó un pH constante hasta el día 7, con un leve incremento de 0,253 hasta el día 14. El porcentaje de acidez para este tratamiento estuvo comprendido en 0,087% y 0,074% en ácido ascórbico, durante el tiempo de almacenamiento. La muestra control, en este caso, tuvo como resultado una acidez de 0,089%, valores alcanzados a los reportados por Izquierdo y Naranjo (2006) (se observa el 0,089% en tiras de zanahoria de 1 cm de largo a los 4 días de almacenamiento).

Análisis microbiológico

Una vez seleccionados los mejores tratamientos de lechuga (ácido ascórbico 250 ppm), tomate (ácido ascórbico 500 ppm) y zanahoria (ácido ascórbico 150 ppm), los resultados del análisis microbiológico reportan un recuento de mesófilos aerobios en lechuga y zanahoria de hasta 4 log ufc/g al día 14 y en el caso de mohos y levaduras en lechuga, tomate y zanahoria de 3 log ufc/g (tabla 3). Estos resultados comparados con el estudio de Rodríguez *et al.* (2018) para bacterias aerobias reporta un conteo de 7 log ufc/g y para hongos y levaduras 8 log ufc/g en lechuga tratada con ácidos orgánicos. En este caso, de acuerdo con la norma NTS N° 071 -MINS/DIGESA-V.01 (2003) los valores encontrados de aerobios mesófilos y mohos/levaduras

están dentro de los límites para identificar niveles de buena calidad en frutas y hortalizas frescas semiprocesadas.

En pruebas confirmatorias de *Escherichia coli* no se evidenció recuentos en ninguna hortaliza, de igual forma los recuentos de *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* sp. evidenciaron ausencia (tabla 3).

Análisis de color

Los valores de color para la lechuga alcanzaron coordenadas negativas para a* y positivos para b*, indican una variabilidad de los datos dentro del segundo cuadrante durante los días de evaluación presentando con ello una tonalidad (°H) verde en el día 0 que ligeramente varía hacia amarillo conforme avanza el tiempo de almacenamiento. Además, ningún parámetro sobrepasa de este cuadrante, lo que implica que no existió deterioro del producto por causa de pardeamiento, pues no hubo tendencia hacia tonalidades cafés o marrones propias de esta reacción.

Para el caso de la muestra de tomate cherri, el resultado en coordenadas positivas para a* y b* se ubica en el rango de tonalidad (48,95 °H-43,94 °H) medida a través del tiempo en el primer cuadrante, iniciando con un color rojo amarillento que según avanza el tiempo tiende a rojo intenso, propio del proceso de maduración de esta hortaliza, pues al no disminuir por completo el O₂ en el empaque no se combatió definitivamente este proceso. Sin embargo, el cambio es leve durante los 14 días debido a que el proceso de refrigeración a temperaturas de 4 °C de almacenamiento reduce el contenido de licopeno (caroteno que imparte el color rojo) de los tomates (tabla 3).

En el caso de la zanahoria las coordenadas cromáticas se encuentran en el primer cuadrante igual que el tomate, pero la tonalidad de 49,57° al día 0 revela un color amarillo anaranjado, mientras que, a los 14 días la tonalidad se inclina hacia amarillo claro con 57,65°, parámetros que a simple vista según el análisis sensorial no pueden ser percibidos con exactitud.

Vida útil

La estimación del tiempo de vida útil se determina tomando como índice de calidad la pérdida de peso por su influencia con el deterioro de frutas y hortalizas frescas. Esta reacción de pérdida de calidad se ajustó a una cinética de orden 0. Los límites críticos de calidad para este parámetro se tomaron de lo reportado por Carvajal (2012) 1,114% para lechuga, 0,874% para tomate y 5,554% para zanahoria, con ello el tiempo de vida útil obtenido resultó óptimo para las tres hortalizas, a pesar de que el tiempo de vida útil de la lechuga no llegó a los 14 días (tabla 4).

Prueba	Unidades formadoras de colonias por gramos ufc/g			Observación
	Lechuga	Tomate	Zanahoria	
Mesófilos aerobios	5,95x10 ³	<10	5,6525x10 ⁴	.....
Mohos/Levaduras	5x10 ³	6,2x10 ³	5,32x10 ³	.....
<i>Staphylococcus aureus</i>	.....	.....	.....	Ausencia
<i>Escherichia coli</i>	.....	.....	.....	Ausencia
<i>Salmonella</i> sp.	.....	.....	.....	Ausencia

Tabla 3. Análisis microbiológico de las hortalizas al mejor tratamiento.

Parámetro	Día	Hortalizas		
		Lechuga crespa	Tomate	Zanahoria
L*	0	41,01 ±0,711	29,77 ±1,152	51,64 ±0,897
	7	35,31 ±1,930	26,10 ±0,360	51,44 ±0,957
	14	30,40 ±0,804	25,64 ±0,353	54,95 ±0,459
a*	0	-7,04 ±0,372	26,18 ±1,523	22,90 ±0,031
	7	-7,32 ±0,596	19,80 ±1,434	25,00 ±0,385
	14	-5,52 ±0,643	21,92 ±2,827	25,53 ±0,340
b*	0	20,28 ±0,434	29,60 ±0,978	36,6 ±0,691
	7	18,63 ±0,877	18,82 ±0,755	34,99 ±1,544
	14	15,41 ±0,225	22,81 ±0,110	40,31 ±2,857
°H	0	127,94 ±0,863	48,95 ±0,347	49,57 ±0,925
	7	121,14 ±1,324	46,47 ±0,242	54,08 ±0,536
	14	118,57 ±0,289	43,94 ±1,233	57,65 ±0,720
Cromaticidad	0	14,92 ±1,324	37,82 ±0,897	42,81 ±0,811
	7	18,97 ±0,803	26,98 ±1,245	42,21 ±0,429
	14	22,15 ±0,578	29,76 ±0,576	47,32 ±0,345

Tabla 4. Parámetros de color de las hortalizas al mejor tratamiento. ± D.E= desviación estándar*: Luminosidad; a*: Coordenada rojo-verde; b*: Coordenada amarillo-azul; °H: Tonalidad

Hortaliza	Orden de reacción (n)	Vida útil	
		Horas	Días
Lechuga crespa	0	264,452	11,01
Tomate	0	457,684	19,07
Zanahoria	0	434,36	18,10

Tabla 5. Tiempo de vida útil de las hortalizas almacenadas a 4 °C.

Pérdida de peso

Los datos obtenidos de pérdida de peso muestran un comportamiento creciente durante los 14 días de experimentación sin evidenciarse elevaciones bruscas en este parámetro (tabla 5).

Para determinar el análisis comparativo de las muestras seleccionadas por sus condiciones favorables de preservación, se aplicó una prueba de Tukey. Estos resultados previstos para los tres tipos de hortalizas evaluados en este estudio se presentan en las tablas 6, 7 y 8.

En la tabla 7 se presentan los resultados para el análisis de varianzas para la muestra de lechuga cortada en tiras (tiras 8 cm x 0,5 cm, ácido ascórbico 250 ppm, aire). Los resultados indican que la variación de acidez tiene un efecto más significativo.

Para las muestras de tomate se presentan los resultados en la tabla 7. En este caso, se observa que la aplicación de ácido cítrico (entero, corte de pedúnculo, ácido cítrico 500 ppm, aire) tiene una relación significativa con el tiempo de conservación, observados para el caso de las muestras de lechuga.

Los resultados que presentan en la tabla 8 para las muestras de zanahoria indican que la aplicación de ácido ascórbico tiene una relación significativa para la conservación del producto (tiras 7 cm x 1 cm, ácido ascórbico 150 ppm, aire).

z (horas)	Pérdida de peso (%)		
	Lechuga crespa	Tomate	Zanahoria
0	0,000	0,000	0,000
48	0,233	0,089	0,243
96	0,417	0,209	0,721
144	0,624	0,256	1,367
192	0,783	0,380	2,250
240	1,047	0,449	3,207
288	1,371	0,591	4,807
336	1,593	0,783	5,480

Tabla 6. Pérdida de peso durante el almacenamiento a 4 °C.

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
T1	12	0,1735	0,00529026	X
T3	12	0,2029	0,00529026	X

Tabla 7. Pruebas de múltiples rangos para acidez por factor A (tipo de corte) en lechuga.

Método: 95,0% Tukey HSD

DISCUSIÓN

Al establecer un análisis en relación con otros estudios similares se observa que los valores alcanzados en este estudio mejoran el tiempo de vida útil y características de aquellas

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
T2	12	1,142	0,0125895	X
T3	12	1,207	0,0125895	X

Tabla 8. Pruebas de múltiples rangos para acidez por factor A (tipo de corte) en tomate.

Método: 95,0% Tukey HSD

muestras sometidas a técnicas combinadas. Los resultados obtenidos en el presente estudio son concordantes con la bibliografía consultada. La aplicación de ácido cítrico y ascórbico en dosificaciones entre 150 ppm y 250 ppm, aplicadas según el producto, retrasa el tiempo en el cual inicia el pardeamiento de las superficies expuestas por el corte de las hortalizas. Así también, se observa que en el tomate cherri, que es un producto de manejo delicado, al mantenerse entero, alcanza una vida útil similar a la de hortalizas como zanahoria y lechuga de corte en tiras grandes. En este sentido, contrario a los resultados obtenidos con Rodríguez *et al.* (2018), en donde se registran elevadas pérdidas de peso en lechuga, en los resultados presentados, se considera que en los tratamientos T1 y T3 con aplicación de ácidos orgánicos, se logra reducir la pérdida de peso (pérdida de agua) en un 3% frente a la muestra testigo. Igual situación ocurre en la zanahoria y en el tomate cherri, según Hernández y Blanco, (2015); los tomates cherri encerados presentaron menor pérdida de peso con respecto a un control. En los resultados presentados se demuestra que se alcanza un mayor tiempo de vida útil de los tratamientos, con inmersión en cloruro de calcio, a diferencia de las conclusiones alcanzadas por Grijalva y Cornejo (2016). En este caso, los autores consideran que la utilización de sales de calcio reduce la pérdida de agua en frutas y vegetales debido a la asociación de calcio (que penetra en los alimentos) con pectinas de las paredes celulares fortaleciendo la firmeza de las estructuras celulares en los alimentos.

Los tratamientos que más favorecieron la conservación de las tres hortalizas (lechuga cressa, tomate cherri y zanahoria) fueron aquellos en donde la superficie de corte fue menor, alcanzando las puntuaciones más altas en la escala hedónica propuesta. Sin embargo, la diferencia en los resultados a nivel sensorial se relaciona con cambios bioquímicos que se llevan a cabo en la estructura del producto. Esto se relaciona con el estudio de Leiva (2013), quien expone que la alteración de las características sensoriales en una hortaliza mínimamente procesada se debe a una serie de cambios intrínsecos y extrínsecos generados en el alimento por el tipo de operación tecnológica aplicada.

Otro estudio similar (Dussán *et al.*, 2015) concluye que el tipo de corte con menor daño mecánico y el envasado al vacío fueron los tratamientos que mejor conservaron zanahorias mínimamente procesadas y los de mejor aceptación sensorial. En el caso de tratamiento con soluciones, Rodríguez *et al.* (2018) obtuvieron en lechuga, tratada con ácidos orgánicos, un comportamiento de los °Brix similar y demuestran que no existe una tendencia definida en la variación de sólidos solubles y acidez a través del tiempo. Por su parte, Hernández (2013) reporta un valor de 5,90 °Brix en tomate margariteño. Mientras, Caicedo y Galvis (2012) concluyen que el ácido cítrico preserva mejor la composición química y prolonga la vida útil del tomate mínimamente procesado.

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
T3	12	0,074	0,000855132	X
T4	12	0,0834167	0,000855132	X

Tabla 9. Pruebas de múltiples rangos para acidez por factor A (tipo de corte) en zanahoria.

Método: 95,0% LSD

Por una parte, Dussán *et al.* (2015) evalúan cambios fisicoquímicos y sensoriales en rodajas y cubos de zanahoria, donde los mejores procesos industriales para conservar por 15 días esta hortaliza son el empaquetado a vacío y corte en cubos. Por otra parte, Rodríguez *et al.* (2018) observan un notorio pardeamiento de lechugas con el paso del tiempo a pesar de haber sido tratadas con un antioxidante.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este estudio permitió realizar una evaluación de los tipos de corte, tratamientos químicos y tipos de envasado utilizados como técnicas de preservación que favorecen la conservación en HMP de IV gama, considerando para su análisis: lechuga cressa (*Lactuca sativa* var. cressa), tomate cherri (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) y zanahoria (*Daucus carota* var. Chantenay) mínimamente procesados. El análisis sensorial así como el fisicoquímico permitieron identificar a los tratamientos T3 (lechuga: corte en tiras de 8 cm x 3 cm aproximadamente, ácido ascórbico 250 ppm y envasado al vacío), T1 (tomate: corte de pedúnculo, ácido cítrico 500 ppm y envasado al vacío) y T3 (zanahoria: corte en tiras de 7cm x1c, ácido ascórbico 150 y envasado al vacío) para lechuga, tomate cherri y zanahoria respectivamente, como los de mejor aceptabilidad y los que lograron mantener un equilibrio adecuado en las propiedades fisicoquímicas entre los días 0 y 14 de experimentación. En cuanto a la pérdida de peso, se considera uno de los factores preponderantes que inciden en la pérdida de calidad del producto. En las muestras almacenadas a 4 °C se estima el tiempo de vida útil siguiendo una cinética de deterioro de orden 0 dada por la tendencia lineal entre la pérdida de peso y el tiempo, obteniendo con ello un tiempo de vida útil de 11 días para la lechuga, 19 para el tomate cherri y 18 para la zanahoria.

Como limitación se debe considerar que el análisis de las muestras sometidas a vacío no estableció distinción sobre la concentración de gases en el interior; o se generó vacío con atmósferas modificadas que pueden variar los resultados alcanzados en el presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

ABA, F. 2017. Effect of minimal processing steps and operation modes on quality of leafy. Università Di Foggia. (Disponible: https://fair.unifg.it/bitstream/11369/363316/1/PhD_thesis_%28Francisca%20Aba%20Anah_XXIX%20cycle_...%29.pdf verificado: mayo de 2020).

AL-JUHAIMI, F.; GHAFOR, K.; ÖZCAN, M.M.; JAHURUL, M.H.A.; BABIKER, E.E.; JINAP, S.; SAHENA, F.; SHARIFUDIN, M.S.; ZAIDUL, I.S.M. 2018. Effect of various food processing and handling methods on preservation of natural antioxidants in fruits and vegetables. Journal Of Food Science And Technology, 55(10), 3872-3880. <https://doi.org/10.1007/S13197-018-3370-0>

- ARTEAGA, C. 2010. Conservación de la remolacha (*beta vulgaris*) mínimamente procesada mediante técnicas de corte, precocción y envasado al vacío. (Disponible: <https://1library.co/document/zx633dznz-universidadt%C3%A9cnica-ambato-facultad-ciencia-ingenier%C3%ADa-alimentos.html> verificado: mayo de 2020).
- BHATTACHARJEE, D.; DAS, A.; DHUA, R.S. 2014. Fresh-cut vegetables: a consumer friendly approach. *International Journal Of Science And Research*, 3(9), 47-50.
- CAICEDO, O.; GALVIS, J. 2012. Comportamiento de ácidos cítrico, ascórbico y málico en tomate frente a tres sistemas de conservación. 9(1), 7-13.
- CANTWELL, M.; NIE, X.; HONG, G. 2009. Impact Of Storage Conditions On Grape Tomato Quality. 3-10. (Disponible: https://ucanr.edu/sites/Post-harvest_Technology_Center_/files/231362.pdf verificado: mayo de 2020).
- CARVAJAL, G. 2012. Evaluación de las pérdidas poscosecha tanto físicas y de calidad en el sistema de producción agrícola del cadet. Tumbaco, Pichincha. Universidad Central del Ecuador.
- CUTZAL MORALES, G.A. 2005. Desarrollo de un prototipo de ensalada empacada lista para consumo en la escuela agrícola panamericana desarrollo de un prototipo de ensalada empacada lista para consumo en la Escuela Agrícola Panamericana.
- DE CORATO, U.; CANCELLARA, F.A. 2019. Measures, technologies, and incentives for cleaning the minimally processed fruits and vegetables supply chain in the italian food industry. *Journal Of Cleaner Production*, 237, 117735. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117735>
- DERDEN, A.; VERCAEMST, P.; DIJKMANS, R. 2002. Best available techniques (bat) for the fruit and vegetable processing industry. *Resources, Conservation And Recycling*, 34(4), 261-271. [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(01\)00110-0](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(01)00110-0)
- DUSSÁN, S.; GAONA, A.; HLEAP, J. 2017. Efecto Del Uso De Antioxidantes En Plátano Verde Dominico- Hartón (Musa AAB Simmonds) Cortado En Rodajas. 28(4), 3-10. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000400002>
- DUSSÁN, S.; Garcia, C.; Gutiérrez, N. 2015. Cambios físico-químicos y sensoriales producidos por el tipo de corte y empaque en zanahoria (*Daucus Carota L.*) Mínimamente Procesada. *Informacion Tecnologica*, 26(3), 63-70. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000300010>
- GARCÍA, A. 2008. Aplicación de la técnica de iv gama para la elaboración de ensaladas. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín*, 61(2), 4658-4666. Retrieved From http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472008000200018
- GOMEZ, M. 2012. Calidad de fruto en 12 poblaciones silvestres de jitomate *solanum lycopersicum* l var. cerasiforme (dunal) del occidente de México. Universidad de Guadalajara.
- GONZÁLEZ, R. 2004. Efecto de la aplicación de dos antioxidantes naturales sobre el pardeamiento enzimático en poscosecha de lechugas Cv. Crispa. Universidad Católica De Valparaíso.
- GRIJALVA, O.; CORNEJO, F. (N.D.). Análisis del efecto de la impregnación de cloruro de calcio con deshidratación osmótica por vacío en rebanadas de pimientos para conservas. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/10362>
- HERNÁNDEZ, A.; CARDOZO, C.; FLORES, C.; SALAZAR, J.; GÓMEZ, J. 2014. Aplicación de tratamiento térmico, recubrimiento comestible y baño químico como tratamientos poscosecha para la conservación de hortalizas mínimamente procesadas. *Acta Agronomica*, 63(1), 1-10. <https://doi.org/10.15446/ActaAgr.63n1.40149>
- HERNÁNDEZ, R.; BLANCO, D. 2015. Evaluación de polvos de zanahoria obtenidos por deshidratación por aire forzado a diferentes temperaturas. *IDESIA (Chile)*, 33(4), 75-80. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292015000400010>
- HERNÁNDEZ, J. 2013. "Caracterización físico-química y microbiológica del tomate (*licopersicum esculentum* var. española) y evaluación de la efectividad de tratamientos de pre-ensado para el incremento de su vida comercial a temperatura ambiente. Tesis doctoral. E.T.S. de Ingeniería Agronómica y de Montes, Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Córdoba. <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/9925/2013000000724.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- HUI, Y.; NIP, W.; NOLLET, L.; PALIYATH, G.; SIMPSON, B. 2007. Food biochemistry and food processing. in food biochemistry and food processing. <https://doi.org/10.1002/9780470277577>
- INEC. 2016. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. Quito.
- INFANTES, Z. 2015. Últimas Investigaciones Utilizando Tratamientos Químicos Para Conservación De Frutas Mínimamente Procesadas. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Trujillo, Perú. (Disponible: <https://dspace.unitr.u.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4294/INFANTES%20RODRIGUEZ%20ZULMA%20ELISSA.pdf?sequence=3&isAllowed=y> verificado: mayo de 2020).
- IZQUIERDO, D.; NARANJO, C. 2006. Estandarización de las condiciones de proceso de zanahoria (*daucus carota*) y lechuga (*lactuca sativa*) como productos mínimamente procesados refrigerados (mpr) obtenidos a partir de cultivos convencionales y orgánicos en la Empresa JC Asociados. (Disponible: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/99/ verificado: mayo de 2020).
- JONGEN, W. 2002. Fruit And Vegetable Processing. Cambridge: CRC Press.
- LEIVA, C. 2013. Evaluación del envasado al vacío como técnica de conservación de lechugas (*Lactuca Sativa L.*) IV Gama. Universidad Austral De Chile. (Disponible: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/fal533e/doc/fal533e.pdf> verificado: mayo de 2020).
- MORENO-MIRANDA, C.; MORENO-MIRANDA, R.; PILAMALA-ROSALES, A.A.; MOLINA-SÁNCHEZ, J.I.; CERDA-MEJÍA, L. 2019. El sector hortofrutícola de Ecuador: principales características socio-productivas de la red agroalimentaria de la uvilla (*Physalis Peruviana*). *Ciencia Y Agricultura*, 16(1), 31-51. <https://doi.org/10.19053/01228420.V16.N1.2019.8809>
- NTS N° 071. MINSA/DIGESA-V.01. 2003. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.
- PIAGENTINI, A. 1999. Factores Combinados. Director.
- RODRÍGUEZ, D.; ORTEGA, R.; PIÑEROS, Y. 2018. Physicochemical, functional and microbiological properties of lettuce (*Lactuca Sativa L.*) Added With Organic Acids. *Informacion Tecnologica*, 29(4), 21-30. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000400021>
- SHISHKINA, N.S.; KARASTOYANOVA, O.V.; BORCHENKOVA, L.A.; KOROVKINA, N.V.; FEDYANINA, N.I. 2019. The Influence of physical methods of vegetables processing on the quality of frozen products. *Food Systems*, 2(3), 9-12. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2019-2-3-9-12>
- VACA, V. 2013. Estudio de la aplicación de aceites esenciales de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) para optimizar la calidad microbiológica y sensorial de cuatro tipos de hortalizas: col de repollo (*Brassica Oleracea* Var. Capitata Cv. col morada (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra), lechuga iceberg tipo salinas (*Lactuca sativa* var. capitata) y espinaca (*Spinacia oleracea L.*). Universidad Técnica de Ambato.
- VIKINGO SEMILLAS. 2015. Muy bajo consumo de hortalizas en Ecuador. Retrieved February 2, 2020. (Disponible: http://www.rimisp.org/Wp-Content/Files_Mf/1439579056semillasvikingo.Pdf verificado: mayo de 2020).