



Artículo científico

DOI:10.5281/zenodo.10667947

## Evaluación de dos combinaciones de conservantes y su efecto sobre un producto hortícola de IV Gama

### Evaluation of two combinations of preservatives and their effect on a IV Range horticultural product

Pérez-Martínez, B.S.<sup>1</sup>, Ramos-Dubón, E.J.<sup>1</sup>, Ramos-Cortez, S.<sup>2</sup>, Munguía, H.E.<sup>2</sup>

Correspondencia:  
pm12079@ues.edu.sv  
sigfredo.ramos@ues.edu.sv  
haydee.munguia@ues.edu.sv

Presentado:  
11 de diciembre de 2020  
Aceptado:  
23 de febrero de 2021

- 1 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Tesista.  
2 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Docente asesor.

#### RESUMEN

La investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, Suchitoto y Cuscatlán, se evaluaron dos combinaciones de conservantes que se aplicaron a producto hortícola de IV gama con el propósito de mantener sus características organolépticas. El periodo de la investigación fue de noviembre de 2019 a mayo de 2020. Las dos combinaciones de conservantes permitieron estudiar tres tratamientos: T1 sin conservantes, T2 con ácido cítrico 0.1%, ácido ascórbico 1%, cloruro de calcio 1% y T3 con ácido cítrico 0.1%, cloruro de calcio 1%, ácido peracético 0.008%; aplicados a hortalizas listas para consumo. Estas fueron sometidas a un proceso de lavado, desinfectado, pelado y troceado, el proceso se dirigió a controlar el deterioro en zanahoria (*Daucus carota*), cebolla (*Allium cepa*), lechuga (*Lactuca sativa*) y tomate (*Solanum lycopersicum*), destinadas al consumo. Para monitorear la vida de anaquel se tomaron datos cada dos días de parámetros como pérdida de agua y pH. El análisis de los datos se realizó con un diseño completo al azar del nivel de significancia del 5% ( $\alpha$ ), con el fin de determinar si las fuentes de variación en estudio producían iguales o distintos efectos en la variable respuesta; se aplicó la técnica del análisis de varianzas y prueba de contraste ortogonales en el programa estadístico INFOSTAT. Los resultados del análisis sensorial mostraron que hubo diferencias significativas en color y textura, los mejores efectos los presentaron T2 y T3, quienes tuvieron una vida útil de 15 días. La aplicación de los conservantes orgánicos redujo la velocidad de oxidación y deterioro de las hortalizas, las cuales siempre mantuvieron la cadena de refrigeración, lo que garantizó la calidad e inocuidad alimentaria, ya que los niveles microbiológicos cumplen con lo requerido por el Reglamento Técnico Centroamericano.

**Palabras claves:** IV gama, peracético, velocidad de oxidación, calidad e inocuidad alimentaria.

#### ABSTRACT

The research was conducted at the School of Agricultural Sciences of the University of El Salvador, Suchitoto and Cuscatlán. Two combinations of preservatives were evaluated and applied to fresh-cut vegetable products with the purpose of maintaining their organoleptic characteristics. The research period was from November 2019 to May 2020. The combinations of preservatives

consisted of three treatments applied to ready-to-eat vegetables as follows: T1, without preservatives; T2, with a blend of citric acid 0.1%, ascorbic acid 1%, calcium chloride 1%; and T3 with a blend of citric acid 0.1%, calcium chloride 1%, and peracetic acid 0.008%. The vegetable products were subjected to a process of washing, disinfecting, peeling and cutting, in order to control deterioration of carrot (*Daucus carota*), onion (*Allium cepa*), lettuce (*Lactuca sativa*) and tomato (*Solanum lycopersicum*), intended for human consumption. To monitor shelf life, data were collected every two days and included parameters such as water loss and pH. Data analysis was performed using a complete randomized design at a significance level of 5% ( $P \geq 0.05$ ), in order to determine whether the sources of variation under study produced equal or different effects on the response variable. Analysis of variance and orthogonal contrast tests were performed using the INFOSTAT statistical software. The results of the sensory analysis showed that there were significant differences in color and texture. The best effects were presented by T2 and T3, which had a shelf life of 15 days. The application of organic preservatives reduced the rate of oxidation and deterioration of the vegetables, which were always maintained throughout the cold chain, guaranteeing the quality and safety of the food. Furthermore, the microbiological levels of the products complied with the requirements of the Central American technical regulations.

**Key words:** IV range, peracetic, oxidation rate, food quality and safety.

## INTRODUCCIÓN

Los productos IV gama son frutas y hortalizas frescas, cortadas, lavadas y envasadas, listas para su consumo, que no hayan sido sometidas a ningún tratamiento térmico que altere sus propiedades nutricionales iniciales (Vega 2011). Según Manrique (2015), las hortalizas, por su alto contenido en vitaminas, minerales y proteínas son especies vegetales de gran importancia en la alimentación humana y en la medicina natural.

El pardeamiento enzimático en las hortalizas IV gama se produce como resultado del proceso de oxidación de los compuestos fenólicos a o-quinonas, altamente reactivos que polimerizan y forman melaninas de coloración parda; el pardeamiento enzimático puede ser controlado a través del uso de agentes antioxidantes. Los principales antioxidantes descritos en la literatura son el ácido ascórbico, ácido eritórbito, ácido elágico y ácido peroxiacético (Silveira 2017).

El trabajo realizado por García (2008), aplicó la técnica de IV gama para la elaboración de ensaladas listas para el consumo, basada en la aplicación combinada de una solución de cloruro de calcio al 1%, ácido cítrico 0,1% y óxido de magnesio al 0.5%; demostró que favorece la calidad textural y las características sensoriales. Se puede establecer una vida útil de 16 días a 5 °C y 95% HR. El monitoreo mostró que existe un aumento progresivo en la pérdida de peso.

Según Gómez (2017), en su investigación de tratamientos químicos desinfectantes de hortalizas de IV gama en el cual se revisó la eficacia que tiene el ácido peroxiacético con efecto frente a bacterias patógenas presentes en hortalizas de IV Gama. Se demuestra en el trabajo que el uso de ácido peroxiacético presenta efectos microbicidas, sin llegar a dañar la calidad del producto, constituyéndose en agentes capaces de reemplazar el uso del cloro en el lavado y desinfección de hortalizas de IV gama.

Según García (2008), en su estudio de "aplicación de la tecnología IV gama en frutos de melón (*Cucumis melo*) y piña (*Ananas comosus*)" basados en la utilización de 0,5%, 1%, 3% y 6% de soluciones de cloruro de calcio y 0,3 %, 0,5%, 0,8% y 1% de ácido láctico, para alargar la vida útil de los frutos troceados, envasados en plásticos y almacenamiento a la temperatura de 5°C. Encontrando que con 1% ácido láctico ( $C_3H_6O_3$ ) y 6% de cloruro de calcio ( $CaCl_2$ ), se controló la pérdida de peso, la calidad comercial, sin indicios de fermentación y ni desarrollo de microorganismos deteriorativos, por un periodo máximo de ocho días en ambas frutas.

Pueden utilizarse determinados compuestos químicos para la conservación de productos mínimamente procesados. El empleo de antioxidantes permite prolongar la vida útil y mantener la calidad de los productos porque minimiza o previene las reacciones enzimáticas de pardeamiento, los

cambios en la textura, y el desarrollo de aromas y sabores desagradables. Lo mismo sucede con algunos antimicrobianos específicos para determinadas cepas. La acción conservadora depende de factores externos como la humedad relativa del ambiente, la temperatura, el pH, la carga microbiana inicial, la composición de la atmósfera de almacenamiento (FBT 2013).

Los antimicrobianos siguen presentes entre los aditivos alimentarios más importantes. Actualmente, debido a la demanda de productos frescos mínimamente tratados (frutas y vegetales) frescos, cortados envasados bajo diferentes atmósferas y refrigerados, crece el interés por los antimicrobianos de origen natural que puedan extraerse para ser utilizados con el fin de prolongar la vida útil y la seguridad para el consumidor (Gómez 2017).

Los ácidos orgánicos son ampliamente utilizados en la industria alimentaria. Como agentes de transformación, se agregan para controlar la alcalinidad de muchos productos, pueden actuar como tamponadores o simplemente como agentes neutralizantes. Los conservantes, pueden actuar como agentes antimicrobianos frente a los antioxidantes. En general retardan la descomposición del alimento e inhiben el crecimiento de bacterias, hongos u otros microorganismos (Netta 2020).

El desarrollo de investigaciones enfocadas en la utilización de conservantes naturales en productos IV gama son nulas en El Salvador. Actualmente los consumidores demandan alimentos frescos, de calidad, de fácil cocción y preparación debido al ritmo de vida, la preocupación por alimentarse equilibradamente y el poco tiempo disponible para el hogar

y la cocina. El objetivo principal del estudio fue evaluar dos combinaciones de conservantes y su efecto en un producto hortícola de IV gama, con la finalidad de mantener sus características organolépticas y su vida de anaquel. Uno de los alcances de la investigación fue plantear los resultados como una alternativa de producción y comercialización de hortalizas de IV gama de calidad y seguras para el consumo humano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación de la investigación

La preparación del producto hortícola de cuarta gama se realizó en el Laboratorio de Investigación y Diagnóstico de la Facultad de Ciencias Agronómicas; se seleccionó la materia prima y se procesaron los diferentes tratamientos. El almacenamiento de los tratamientos se realizó en el Centro Cultural del municipio de Suchitoto, departamento de Cuscatlán, lugar donde se realizaron las evaluaciones sensoriales. La fase experimental y de laboratorio inició en noviembre 2019 y culminó en mayo 2020.

### Formulación

En el Cuadro 1, se muestra la formulación porcentual y de producción en gramos de cada componente contenido en el producto, ya que consistió en la mezcla de estas cuatro hortalizas, los conservantes no están incluidos en la fórmula porcentual del producto porque solo se hará una inmersión dentro de la solución preparada con estos conservantes.

**Cuadro 1.** Formulación para elaborar el producto de IV Gama.

Formulación del producto	Lechuga	Tomate	Zanahoria	Cebolla	Total
	%	30	30	30	10
Peso	75 g	75 g	75 g	25 g	100 g

### Elaboración del producto IV gama

**Recepción y selección.** Se recibió la materia prima en bandejas y bolsas de polietileno transportadas en hieleras desde el lugar de compra. Los productos con daños físicos y defectos por decoloración fueron descartados.

**Primer acondicionamiento.** Se eliminaron las siguientes partes de las hortalizas: basal de la lechuga y hojas externas que presentaban daño, la túnica de la cebolla, y las hojas del péndulo de la zanahoria.

**Lavado y desinfectado.** Se lavaron los tomates, zanahorias, cebollas y lechugas deshojadas con suficiente agua potable; para la desinfección se hizo

una inmersión en solución de hipoclorito de sodio 0.5% por un tiempo de cuatro minutos y se enjuagó con suficiente agua para eliminar el desinfectante., luego se eliminó la cascara de la zanahoria.

**Troceado.** El troceado se hizo con un cuchillo de acero inoxidable. La zanahoria se cortó en juliana de 1.5 cm de grosor y 8 cm de largo aproximadamente, el corte de la cebolla también fue en juliana con un grosor de 1 cm. y la lechuga se cortó en Chiffonade, esta técnica consiste en doblar la hoja y luego cortarla en juliana dando así muchas tiras planas y largas 0.5 cm de grosor.

**Segundo acondicionamiento.** Los cortes de cada hortaliza se separaron en tres partes iguales para proceder a la inmersión en dos combinaciones de conservantes de acuerdo a los tres tratamientos SINP1, COM1P1, COM2P1.

**Secado.** Ambos tratamientos se secaron en coladores de plástico durante 60 minutos; se usó papel toalla previamente esterilizado para eliminar el exceso de humedad del medio y facilitar el empaqueo, de esta manera, evitar el crecimiento de hongos en su almacenamiento.

**Empacado.** Las bandejas de poliestireno se pesaron en una balanza digital y su peso fue de 200 gramos. Las hortalizas se empacaron con la relación 3:3:3:1, cada una en bandejas de poliestireno con medidas de 19.5x14 cm. selladas con papel film.

**Almacenado.** El producto terminado se colocó en hieleras previamente desinfectadas y se almacenó en una cámara de frío regulable a  $5^{\circ} C \pm 1$ , por un período total de 16 días. La cámara de frío se ubicó en el laboratorio del Centro Cultural de Suchitoto, Cuscatlán.

### Metodología de laboratorio

Para analizar el comportamiento del producto en las condiciones de almacenamiento, se enumeraron las 14 réplicas de cada tratamiento para tomar una muestra al azar cada dos días por un período de 16 días, con un total de 8 repeticiones de toma de datos.

Como se evaluaron tres tratamientos se obtuvieron 42 bandejas con el objeto de tener producto extra para seguir los muestreos si la vida de anaquel se extendía por más de 15 días.

**Análisis de pérdida de agua.** Se midió con la pérdida de peso y consistió en pesar cada dos días el producto, previo atemperado del mismo y relacionando este con el peso inicial. Los resultados se expresaron en porcentaje (%) de pérdida de peso.

**Análisis de pH.** El pH se midió con un potenciómetro, triturando aproximadamente 5 gramos de cada hortaliza en agua destilada.

**Análisis microbiológico.** La determinación de presencia o ausencia de *Salmonella* spp. y el recuento de coliformes fecales se realizó siguiendo la metodología del procedimiento según Bacteriological Analytical Manual (BAM), en el Laboratorio de Investigación y Diagnóstico de la Facultad de Ciencias Agronómicas para los tres tratamientos y para *Listeria* se realizó en el Laboratorio Especializado en Control de Calidad (LECC).

**Análisis sensorial.** Para medir el grado de aceptabilidad se realizó un análisis sensorial cada dos días, es decir, que se realizó 8 veces durante la vida útil del alimento. El comité evaluador estuvo integrado por 5 panelistas consumidores del producto (no entrenados). Para la selección de los evaluadores, se tomó en cuenta personas que consumen habitualmente este tipo de producto.

El desarrollo del análisis, consistió en una prueba afectiva de aceptación por atributos. Para esto se usó una ficha de catación con una escala de 10 puntos por atributo, siendo el 1 "desagradable" y el 10 "agradable". Los atributos evaluados fueron: color, olor, sabor y textura, con el objetivo de determinar si los panelistas encontraban diferencias significativas entre los tratamientos, siendo 5 el límite aceptable.

### Metodología estadística

Para el análisis de los datos se utilizó un diseño completamente al azar, los factores en estudio

fueron las dos combinaciones de conservantes y el testigo (Cuadro 2), controlando las condiciones de temperatura en el almacenamiento. Se realizaron 14 unidades experimentales de cada tratamiento de las cuales cada dos días se tomó datos de pérdida de agua y pH, hasta cumplir 16 días.

**Cuadro 2.** Componentes de la inmersión.

Tratamientos	Componentes de la inmersión
T1 (SINP1)	SIN CONSERVANTE
T2 (COM1P1)	COMBINACIÓN 1 Ácido cítrico 0.1% Cloruro de calcio 1% Ácido Ascórbico 1%
T3 (COM2P1)	COMBINACIÓN 2 Ácido cítrico 0.1% Cloruro de calcio 1% Ácido peracético 0.008%

### Descripción de los tratamientos:

**SINP1:** la muestra testigo, se lavó, desinfectó y enjuagó bajo las condiciones antes mencionadas.

**COM1P1:** en este segundo tratamiento se hizo una inmersión en la solución preparada con 7 litros de agua destilada previamente esterilizada, se le agregó cloruro de calcio al 1% para restaurar la firmeza de la pared celular, ácido cítrico a 0.1% para control de crecimiento microbiano y ácido ascórbico 1% para controlar la pérdida de color; se colocó la hortaliza en esta solución durante 10 minutos.

**COM2P1:** en este tratamiento se hizo una inmersión en la solución preparada con 7 litros de agua destilada previamente esterilizada, se le agregó cloruro de calcio al 1% para restaurar la firmeza de la pared celular, ácido cítrico a 0.1% para control de crecimiento microbiano y ácido peracético 0.008%; se colocó la hortaliza en esta solución durante 10 minutos. De esta manera quedaron listas para entrar al proceso de secado.

### Recolección y análisis de datos

Con los datos obtenidos de las pruebas sensoriales,

se elaboró una base de datos en Microsoft Excel para ordenarlos y luego facilitar el ingreso de los mismos dentro del software estadístico Infostat versión estudiantil, con la función "R" para análisis sensorial, y el método multivariado de componentes principales, con un nivel de significancia del 5%; a fin de realizar un análisis exploratorio sobre el comportamiento de los panelistas respecto a los atributos evaluados. Los datos obtenidos por cada atributo fueron sometidos a un análisis de varianza (ANVA) y prueba de contrastes ortogonales con un nivel de significancia de 5%, para confirmar si hay diferencia significativa entre tratamientos y determinar cuál de los atributos o tiempos genera esas diferencias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis del atributo color

Según el análisis de varianzas (Cuadro 3) y la prueba de contrastes ortogonales (Cuadro 4) las combinaciones de conservantes en los tratamientos en estudio producen diferentes efectos sobre el atributo color, con una probabilidad igual a 0.05 (P-valor < 0.05). Los resultados obtenidos de la variable color para los diferentes tratamientos, según prueba de contrastes ortogonales los tratamientos T3 y T2 son estadísticamente iguales, es decir, que producen iguales efectos; pero superiores al tratamiento testigo (T1) ya que el P-Valor es menor a 0.05, mostrando los mejores resultados las combinaciones de conservantes (T2 y T3).

**Cuadro 3.** Análisis de varianza para variable color.

FV.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	13.83	2	6.91	4.67	0.0210
Tratamiento	13.83	2	6.91	4.67	0.0210
Error	31.07	21	1.48		
Total	44.90	23			

**Cuadro 4.** Prueba de contrastes ortogonales, variable color

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Contraste1	1.59	0.53	13.46	1	13.46	9.10	0.0066
Contraste2	0.30	0.61	0.37	1	0.37	0.25	0.6241
Total			13.83	2	6.91	4.67	0.0210

De acuerdo, a estos resultados se hace evidente que el corte del material vegetal desencadena las reacciones oxidativas y el marchitamiento del mismo tal como lo afirma Vega (2011) y Bueno (s.f.), pero que al tratarlos de manera inmediata con las soluciones combinadas, seguido del empaquetado y conservación en condiciones de almacenamiento refrigerado, se logró reducir significativamente el deterioro y se infiere que la combinación del tratamiento aplicado en los distintos vegetales, controla los cambios químicos visibles indeseables de marchitamiento.

### Análisis del atributo olor

Según el análisis de varianzas (Cuadro 5) y prueba de contrastes ortogonales (Cuadro 6), las combinaciones de conservantes en estudio y el tratamiento testigo

producen iguales efectos sobre el atributo olor, con una probabilidad igual a 0.05 es decir, que los tratamientos no tuvieron ningún efecto en el nivel de aceptabilidad del atributo olor ( $P > 0.05$ ). Esto difiere con lo dicho por Arcos *et al.* (s.f.), quienes afirman que existió una diferencia significativa en el olor a fermentado a partir del sexto día de la expedición del producto.

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para variable olor.

F.V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	0.96	2	0.48	0.36	0.7011
Tratamiento	0.96	2	0.48	0.36	0.7011
Error	27.85	21	1.33		
Total	28.80	23			

**Cuadro 6.** Prueba de contrastes ortogonales, variable olor

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Contraste1	0.40	0.50	0.86	1	0.86	0.65	0.4300
Contraste2	-0.16	0.58	0.10	1	0.10	0.07	0.7871
Total			0.96	2	0.48	0.36	0.7011

### Análisis del atributo sabor

Según el análisis de varianzas (Cuadro 7) y prueba de contrastes ortogonales (Cuadro 8), las combinaciones de conservantes (T2 y T3) y el tratamiento testigo en estudio, producen iguales efectos en el atributo sabor, con una probabilidad igual a 0.05, los tratamientos no tuvieron ningún efecto en el nivel de aceptabilidad del atributo sabor. Lo anterior difiere con lo establecido por Pereyra (2011), quien dice que la vida útil del producto quedó determinada por el atributo "sabor característico", ya que se generan sabores alcohólicos asociados a la fermentación de los productos a partir

del día 11 en condiciones del almacenamiento entre 1 a 6°C. Sin embargo, al comparar las medias, se puede ver que si existe una diferencia, ya que los tratamientos 2 y 3 obtuvieron puntajes superiores al tratamiento testigo (T1).

**Cuadro 7.** Análisis de varianza para variable sabor.

F.V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	1.45	2	0.73	0.60	0.5596
Tratamiento	1.45	2	0.73	0.60	0.5596
Error	25.58	21	1.22		
Total	27.03	23			

**Cuadro 8.** Prueba de contrastes ortogonales, variable sabor

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Contraste1	0.51	0.48	1.40	1	1.40	1.15	0.2957
Contraste2	-0.12	0.55	0.05	1	0.05	0.04	0.8369
Total			1.45	2	0.73	0.60	0.5596

### Análisis del atributo textura

Según el análisis de varianzas (Cuadro 9) utilizando los valores absolutos, las combinaciones de conservantes en los tratamientos en estudio producen iguales efectos en cuanto al atributo textura; sin embargo, la prueba estadística de contrastes ortogonales (Cuadro 10) muestra que existen diferencias entre T1 y T2 mientras que el T3 y T2 que son las combinaciones de conservantes que reflejan iguales efectos, con una probabilidad igual a 0.05, es decir, que los

tratamientos producen efectos diferentes en el nivel de aceptabilidad del atributo textura.

**Cuadro 9.** Análisis de varianza para variable textura

F.V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	9.77	2	4.89	3.40	0.0526
Tratamiento	9.77	2	4.89	3.40	0.0526
Error	30.18	21	1.44		
Total	39.95	23			

**Cuadro 10.** Prueba de contrastes ortogonales, variable textura

Tratamiento	Contraste	E.E.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Contraste1	1.30	0.52	9.01	1	9.01	6.27	0.0206
Contraste2	0.44	0.60	0.76	1	0.76	0.53	0.4761
Total			9.77	2	4.89	3.40	0.0526

En el tratamiento 1 (Testigo) al día 10 de evaluación, todos los parámetros sensoriales se encuentran sobre el límite de aceptabilidad de consumo "5.0". Las mediciones posteriores mostraron resultados promedio inferiores al valor de aceptabilidad de consumo definido para los atributos de color, textura y sabor, característico con valores hasta de 3, lo cual en la escala hedónica verbal significa poco desagradable.

El análisis estadístico entre los tratamientos, no arrojó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en los parámetros sensoriales de sabor y olor, ya que estos a medida que pasaron los días no había variación, pero si en la textura y color. La vida útil determinada en el presente estudio, quedó definida por los parámetros sensoriales, ya que el promedio fue superior para los tratamientos 2 y 3, con una puntuación superior a 6. Esto determina que para los tratamientos 2 y 3 la vida útil sea 15 días, período en el cual aún se obtienen

notas dentro del límite de aceptabilidad de consumo.

Aunque el uso de ácidos orgánicos y la temperatura de conservación empleada para mantener la calidad del producto corresponden a las recomendadas como ideales para estos productos, se hace evidente que el grado de susceptibilidad que desarrolla en el tejido una vez troceado, acelera la tasa metabólica del material, ya que aumenta la perecibilidad y el deterioro de la calidad en frescura, apariencia, olor y sabor. Esta aseveración coincide con las experiencias de García (2008) en melón y piña, Arcos *et al.* (s.f.), en ensalada de vegetales y Álvarez y Ávila (2016), en zanahoria y apio.

### Análisis de componentes principales (ACP) para los atributos sensoriales y su relación con los panelistas

Según la Figura 1, el componente principal 1 (CP1),

explica el 93.9% de la variación total de los datos; mientras que el componente principal 2 (CP2),

solamente explica el 6.1%

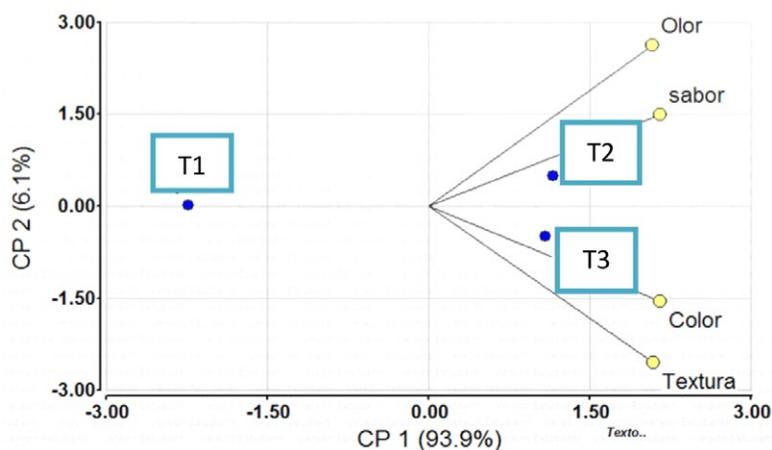


Figura 1. Representación gráfica de atributos sensoriales y panelistas.

Se puede observar que el testigo (T1) no tuvo una buena aceptación y sus características fueron poco evaluadas por los catadores obteniendo calificaciones bajas, el tratamiento 2 obtuvo más aceptación en el sabor, pero este fue menos aceptado en cuanto a textura y el tratamiento 3 que se caracteriza por el color, pero en cuanto al olor recibió menos representación al ser evaluado (Figura 1). Además, se puede observar que el sabor y el color realizaron un mayor aporte para los tratamientos 2 y 3 al ser evaluados por los catadores, esto también determinó que tuvieron una mayor aceptabilidad en cuanto a sus características en general.

### Análisis de la pérdida de peso

El comportamiento de los cambios observados en la calidad en los productos tratados de acuerdo al esquema de aplicación, durante el periodo de almacenamiento en refrigeración, mostró progresivamente la pérdida de peso del tratamiento testigo (T1), logrando 6.1% al cabo de 15 días (Figura 2) con mermas diarias equivalentes a 0.38%, mientras en los tratamientos 2 y 3, se obtuvo una pérdida de peso total de 4.44% y 4.63 % durante el periodo de 15 días de almacenamiento, respectivamente. Este comportamiento, fue indicativo de una pérdida de peso diaria promedio de 0.27%, lo que refleja el efecto positivo del tratamiento sobre la tasa metabólica del vegetal cortado. Gomy *et al.* (2000), sostiene que frutos

con promedios de 8% de pérdida de peso presentan un efecto negativo sobre la calidad final del producto, y promueve en corto tiempo el rechazo por parte del consumidor. Se puede observar el comportamiento de la pérdida de peso del producto hortícola, donde se muestra el efecto positivo de la combinación de conservantes y temperatura de conservación 5°C sobre la actividad metabólica del tejido para el tratamiento 2 y 3. Existen diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a la ensalada testigo, donde se encontró una mayor relación de pérdida de peso total.

### Análisis de pH

Con respecto a los valores promedios de pH de los tratamientos (Figura 3), se encontró que estos fueron estables durante el tiempo de almacenamiento de 15 días, lo que favorece la concentración aplicada del ácido ascórbico, ácido cítrico y ácido peracético, no sólo la ausencia de crecimiento de microorganismos, hongos y levaduras, sino también inhibió la acción de las enzimas hidrolíticas, dada la inexistencia del oscurecimiento enzimático para los tratamientos 2 y 3, tal como lo afirma Rodríguez (2011) y Gómez (2017), favorecida por el cambio de pH a valores promedio de 4.4 a diferencia del tratamiento 1 (Testigo) que tuvo un pH más elevado y el oscurecimiento fue más evidente.



Figura 2. Comportamiento de la pérdida de peso en los tres tratamientos.

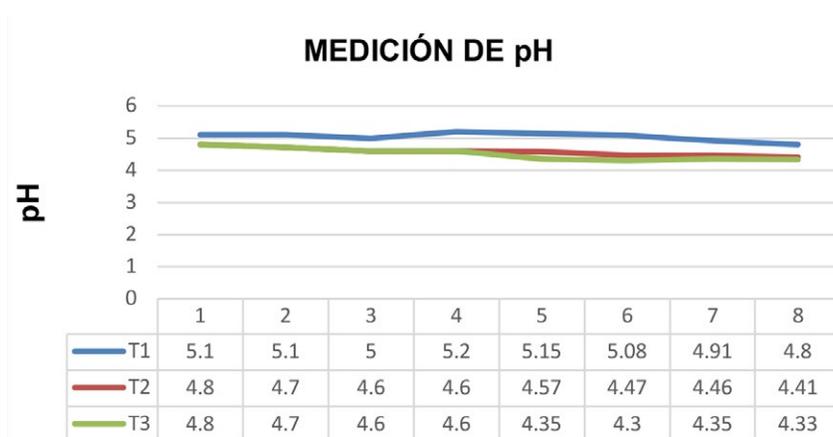


Figura 3. Medición de pH.

### Análisis de temperatura

Control de temperatura durante el almacenamiento de hortalizas mínimamente procesadas. En la figura 4 se presentan las temperaturas de almacenamiento para los tres tratamientos en estudio durante

el período de almacenamiento de  $5^{\circ} \text{C} \pm 1$ . La temperatura promedio fue de  $5^{\circ}\text{C}$ . Las temperaturas obtenidas se encuentran dentro del rango esperado para el almacenamiento del producto, lo que permite controlar los factores de deterioro por medio de la reducción de la tasa de respiración.

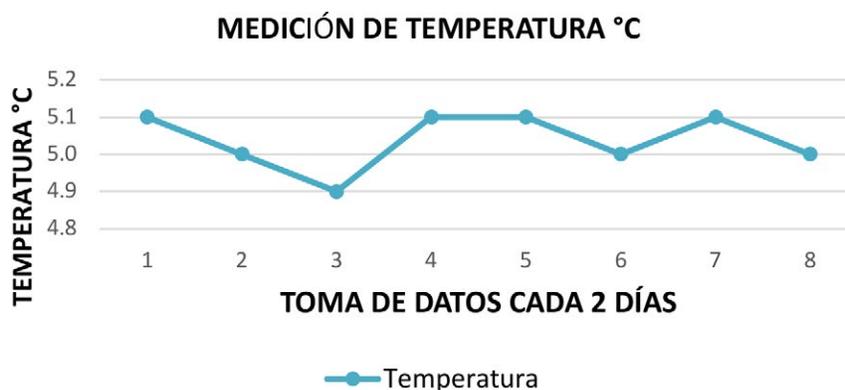


Figura 3. Promedio de temperatura de almacenamiento de producto IV gama.

## Análisis microbiológico

En los resultados del análisis microbiológico se puede observar que las muestras analizadas presentaron ausencia de *Salmonella spp* en 25 g (Cuadro 11), coliformes fecales (Cuadro 12) y *Listeria*

*monocytogenes* (Cuadro 13), es decir, que cumplen con el límite permisible establecido por el Reglamento Técnico Centroamericano de criterio microbiológicos para hortalizas (RTCA 2009). Esto se realizó los días 1 y 14 de almacenamiento.

**Cuadro 11.** Resultados de *Salmonella*.

Resultados de detección de <i>Salmonella spp.</i>			
Tiempo de almacenamiento	T1: sin conservante	T2: combinación 1	T3: combinación 2
1 día	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g
14 día	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g

**Cuadro 12.** Resultados *Escherichia coli*.

Resultados del recuento de <i>Escherichia coli</i>			
Tiempo de almacenamiento	T1: sin conservante	T2: combinación 1	T3: combinación 2
1 día	< 10 <sup>2</sup> UFC/g	<10 <sup>2</sup> UFC/g	<10 <sup>2</sup> UFC/g
14 día	< 10 <sup>2</sup> UFC/g	<10 <sup>2</sup> UFC/g	<10 <sup>2</sup> UFC/g

**Cuadro 13.** Resultados *Listeria monocytogenes*.

Resultados de detección de <i>Listeria monocytogenes</i>			
Tiempo de almacenamiento	T1: sin conservante	T2: combinación 1	T3: combinación 2
14 día	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g

El análisis microbiológico es de mucha importancia en este producto, ya que como lo menciona MINSAL (2011), por ser un alimento que se consume directamente es necesario garantizar que se encuentre inocuo. El análisis microbiológico del producto demostró que los tratamientos son efectivos, mientras que las hortalizas sin procesar en el análisis microbiológico presentaron coliformes fecales > 10<sup>2</sup> UFC/g y presencia de *Salmonella*.

## CONCLUSIONES

La producción de hortalizas mínimamente procesadas y acondicionadas con las 2 combinaciones de conservantes orgánicos produjo que el producto final cumpliera con los estándares de calidad, además

de obtener una alternativa para alargar la vida de anaquel e incrementar la calidad e inocuidad del producto; ya que las propiedades de estos conservantes eliminan la carga microbiana que pueda tener el alimento y conservar sus características.

Estadísticamente la combinación 1 de conservantes constituida por ácido cítrico 0.1%, cloruro de calcio 1% y ácido ascórbico 1%, con la combinación 2 de conservantes constituida por ácido cítrico 0.1%, cloruro de calcio 1% y ácido peracético, producen iguales efectos en producto hortícola de IV gama.

Se determinó que las hortalizas picadas, tratadas con mezcla de conservantes y almacenadas a temperatura 5°C, tienen una vida útil de 15 días, para

el tratamiento 2 y 3. A diferencia de las muestras no tratadas, donde la aceptabilidad para el consumo según atributos sensoriales se reduce a los 10 días, debido a la oxidación.

El producto hortícola de IV gama (ensalada), mantuvo su nivel microbiológico aceptable en todo el estudio; ya que los valores del día 1 y 14, están por debajo del límite permisible según el Reglamento Técnico Centroamericano, cumpliendo con los rangos de recuentos establecidos por el reglamento vigente, lo cual demuestra que tanto el hipoclorito de sodio como los conservantes permiten mantener los niveles microbiológicos controlados; sin embargo, el hipoclorito de sodio no permite mantener las características sensoriales aceptables.

Los atributos color y textura presentan diferencias significativas durante el tiempo de almacenamiento; el sabor es el atributo mejor evaluado. Mientras que la textura disminuyó su nivel de agrado a los 10 días de almacenamiento. Por tanto, los atributos más representativos de la calidad sensorial para este tipo de alimento son la textura y color.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, P; Avila, M. 2016. Desarrollo de productos hortícolas (zanahoria y apio) de cuarta gama, evaluando tres tipos de atmosferas y tres tipos de envase modificada (en línea). Consultado 26 de jun 2019. Disponible en <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/5144/1/UDLA-EC-TIAG-2016-05.pdf>
- Arcos, S; Castrillón, A; Costa, A; Rodríguez, R. s. f. Determinación de la vida un producto de cuarta gama: Ensalada de vegetales envasada en atmosfera modificada (en línea). Consultado 26 de jun 2019. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/rest/bitstreams/79459/retrieve>
- BAM (Bacteriological Analytical Manual). 2016. Bacteriological Analytical Manual (BAM): Food and Drug Administration (en línea). Consultado 25 Jun. 2019. Disponible en <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam>
- Bueno Cortes, M.s.f. aditivos antioxidantes (en línea). Consultado 29 de jun 2019. Disponible en <https://biosalud.org/archivos/divisiones/4aditivos%20antioxidantes.pdf>
- FBT (Tecnología de alimentos y Bebidas). 2013. Avances Tecnológicos en Productos de IV gama (en línea). Consultado 9 mar. 2019. Disponible en <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/documentos/2ndfoodandbeverage/avancestecnologicos4agama.pdf?fbclid=IwAR0VMg3EEh897eluInwIoUpdu4gYgb4CFuIX9f-ZHxZJGUo5Nm9kPgTiSPc>
- García Méndez A. 2008. Aplicación de la tecnología IV gama en frutos de melón (*Cucumis melo*) y piña (*Ananas comosus*). Rev. Iber. Tecnología Postcosecha Vol 9(1):34-43, (en línea). Consultado 26 de jun 2019. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81311226006>
- Gómez P. 2017. Tratamientos químicos desinfectantes de hortalizas de IV gama: ozono, agua electrolizada y ácido peracético (en línea). Consultado 07 de mar 2019. Disponible en [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2301-15482017000100007&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2301-15482017000100007&lng=pt&nrm=iso)
- Gomy, J.; R. Cifuentes; B. Hess; A. Kader. 2000. Cambios de calidad en durazno recién cortado y rodajas de nectarina afectadas por Cultivar, Atmósfera de almacenamiento y tratamientos químicos Consultado 10 mar. 2019. Disponible en [https://ucanr.edu/sites/Postharvest\\_Technology\\_Center\\_/files/231793.pdf](https://ucanr.edu/sites/Postharvest_Technology_Center_/files/231793.pdf)
- Manrique E. 2015. Adopción de tecnologías en productos de hortalizas (en línea). Consultado 07 de mar 2019. Disponible en <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3236/TESIS%20PARA%20LIBRO%20EDSON%20MANRIQUE%20WONG%20ULTIMO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Netta R. 2020. Ácidos orgánicos presentes en la vida cotidiana (en línea). Consultado 20 jun. 2020. Disponible en <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/19261-acidos-organicos-presentes-la-vida-cotidiana>
- MINSAL (Ministerio de Salud. Argentina). 2011.

- Análisis microbiológico de los alimentos (en línea). Consultado 07 de mar 2019. Disponible en [http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/Analisis\\_microbiologico\\_de\\_los\\_alimentos\\_Vol\\_I.pdf](http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/Analisis_microbiologico_de_los_alimentos_Vol_I.pdf)
- Pereyra M. 2011. Desarrollo de manzana trozada mínimamente procesada y determinación de vida útil (en línea). Consultado 26 de Jun 2019. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/132036/Desarrollo-de-manzana-trozada-minimamente-procesada-y-determinacion-de-vida-util%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano). 2009. Reglamento 67.04.50:08 Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. 36 p.
- Rodríguez Saucedo, E. 2011. Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y Hortalizas (en línea). Consultado 10 de mayo 2019. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/461/46116742014.pdf>
- Silveira A. 2017. Uso de aditivos y métodos físicos para mantener la calidad de los productos de IV gama o mínimamente procesados (en línea). Consultado 29 de jun. 2019. Disponible en [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2301-15482017000100001](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482017000100001)
- Vega C. 2011. Evaluación de los factores que influyen en la durabilidad de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) como producto de IV gama (en línea). Consultado 06 mar 2019. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/fav422e/doc/fav422e.pdf>