

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Nombre de la investigación:

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

Título a obtener: Ingeniero Agroindustrial

Autores.

Nombres, apellidos	Institución y dirección	Teléfono y E-mail	Firma
Brenda Sarai Pérez Martínez	Av. 15 septiembre, Barrio Concepción, casa # 100, Suchitoto, Cuscatlán	7529-0182 pm12079@ues.edu.sv	
Erika Johana Ramos Dubón	Caserío Guancora, Cantón Guarjila, Chalatenango	6023-0415 rd14014@ues.edu.sv	
Ing. Agr. MSc. Sigfredo Ramos Cortez	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia .	73115202 sigfredo.ramos@ues.edu.sv	
Ing. Química Haydee Esmeralda Munguía.	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia .	78566264 haydee.munguia@ues.edu.sv	

Visto Bueno.

Ing. Agr. Mario Alfredo Pérez Ascencio Coordinador general de procesos de grado del Departamento de Fitotecnia	Firma:
Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García Director general procesos de graduación de la facultad:	Firma:
Ing. Agr. MSc. Fidel Ángel Parada Berrios Jefe del Departamento de Fitotecnia	Firma:
	Sello:
Lugar y fecha: Ciudad Universitaria, enero de 2021	

Nombre de la investigación: Evaluación de dos combinaciones de conservantes y su efecto sobre un producto hortícola de IV Gama.

Pérez-Martínez, B.S¹; Ramos-Dubón, E.J¹; Ramos-Cortez, S²; Munguía, H.E²

Resumen

La investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador y en Suchitoto, Cuscatlán, se evaluaron dos combinaciones de conservantes a un 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. Se evaluó dos combinaciones de conservantes para el estudio de 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, para el análisis de los datos se utilizó un diseño completo al azar el nivel de significancia fue del 5% ($P \geq 0.05$), para 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 obtenidos en el análisis sensorial mostraron que hubo diferencias significativas en color y textura presentando los mejores efectos T2 y T3 quienes tuvieron una vida útil de 15 días. La aplicación de los conservantes orgánicos ayudó a reducir la velocidad de oxidación y deterioro de las hortalizas manteniendo la cadena de refrigeración y así garantizar 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.

Abstrac

The research was carried out at the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador and in Suchitoto, Cuscatlán, two combinations of preservatives were evaluated in a fresh-cut horticultural product in order to maintain its organoleptic characteristics. The investigation period was from November, 2019 to May, 2020. Two combinations of preservatives were evaluated for the study of three: T1 without preservatives, T2 with citric acid 0.1%, ascorbic acid 1%, calcium chloride 1% and T3 with citric acid 0.1%, calcium chloride 1%, peracetic acid 0.008% applied to ready-to-eat vegetables, which were subjected to a washing, disinfection, peeling and slicing process, the process was aimed at controlling the deterioration in carrot (*Daucus carota*), onion (*Allium cepa*), lettuce (*Lactuca sativa*) and tomato (*Solanum lycopersicum*), intended for consumption. To monitor the shelf life, data was taken every two days from parameters such as; loss of water and pH, for the data analysis a complete randomized design was used, the significance level was 5% ($P \geq 0.05$), to determine if the sources of variation under study produced the same or different effects in the variable In response, the technique of Analysis of Variance and orthogonal contrast test in the statistical program INFOSTAT was applied.

The results obtained in the sensory analysis show that there were significant differences in color and texture presenting the best T2 and T3 effects who had a useful life of 15 days. The application of organic preservatives helped to reduce the speed of oxidation and deterioration of vegetables while maintaining the refrigeration chain and thus ensuring food quality and safety since the microbiological levels comply with the requirements of the Central American Technical Regulations.

Keywords: IV range, peracetic, oxidation rate, food quality and safety.

¹ Estudiantes tesisistas de la facultad de Ciencias Agronómicas, UES.

² Docentes Asesores del Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, UES

1. Introducción

Los productos IV Gama son frutas y hortalizas frescas, cortadas, lavadas y envasados listos para su consumo, con el requisito de 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, compuestos altamente reactivos que polimerizan formando 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 eláxico y ácido peroxiacético (Silveira 2017).

El trabajo realizado por García (2008), quien 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% donde se 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 aplicación 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.

Para la conservación de productos mínimamente procesados, pueden utilizarse determinados compuestos químicos. El empleo de antioxidantes para minimizar o prevenir las reacciones enzimáticas de pardeamiento, los cambios en la textura y el desarrollo de aromas y sabores desagradables permite prolongar la vida útil y mantener la calidad de los productos. 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 continúan estando entre los aditivos alimentarios más importantes. Actualmente, debido a la demanda por parte del consumidor de productos frescos mínimamente tratados como son las frutas y vegetales frescos, cortadas envasadas bajo diferentes atmósferas y refrigeradas, está aumentando 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 aditivos. Como agentes de transformación, se agregan para controlar la alcalinidad de muchos productos, pueden actuar como tamponadores o simplemente como agentes neutralizantes. Como conservantes, pueden actuar como agentes antimicrobianos frente a los antioxidantes. En general retardan la descomposición del alimento inhibiendo el crecimiento de bacterias, hongos u otros microorganismos (Netta 2020).

El desarrollo de investigaciones sobre el uso de conservantes naturales en productos IV gama son nulas en El Salvador; aunque actualmente los consumidores demandan alimentos en donde su tiempo de cocción sea el menor posible, que tengan facilidad de preparación y conserven la frescura y calidad, esto debido al ritmo de vida, la preocupación por alimentarse equilibradamente y el poco tiempo disponible para el hogar y la cocina. El objetivo principal de la investigación 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. Dentro de los alcances de la investigación estaba el plantear los resultados como una alternativa para la producción y comercialización de hortalizas de IV gama que sean de calidad y seguras para el consumo humano.

2. Materiales y métodos

2.1 Ubicación de la investigación

La preparación del producto hortícola de cuarta gama se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación y Diagnóstico de la Facultad de Ciencias Agronómicas donde se hizo la selección de la materia prima y se procesó los diferentes tratamientos. El almacenamiento de los tratamientos se realizó en el Centro Cultural del municipio de Suchitoto, departamento de Cuscatlán lugar en el que se llevó a cabo las evaluaciones sensoriales. La fase experimental y de laboratorio inicio en noviembre 2019 y culminó en mayo 2020.

2.2. Formulación

En el cuadro 1, se muestran 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 formula porcentual del producto porque solo se hará una inmersión dentro de la solución preparada con estos conservantes, se elaboró el producto siguiendo el flujograma de proceso establecido (Figura A-1).

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

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

2.3. 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. Se realizó un descarte de productos con daños físicos y defectos por decoloración.

➤ Primer acondicionamiento.

Se eliminó la parte basal de la lechuga y hojas externas que presentaban daño, eliminación de la túnica de la cebolla, eliminación de las hojas del péndulo de la zanahoria.

➤ Lavado y desinfectado.

La operación de lavado se realizó en 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 enjuagado con suficiente agua para eliminar el desinfectante. Teniendo lavado todo se procedió a eliminar la cascara de la zanahoria.

➤ Troceado.

Se realizó el troceado con un cuchillo de acero inoxidable en la zanahoria en corte juliana de 1.5 cm de grosor y de largo 8 cm aproximadamente, la cebolla se cortó en juliana con un grosor de 1 cm. y la lechuga se le realizó un corte en Chiffonade se trata de un corte donde se dobló la hoja y después se cortó el doblado en juliana, dando así muchas tiras planas y largas 0.5 cm de grosor.

➤ Segundo acondicionamiento.

Cuando se tuvo listos los cortes se hizo la separación en tres partes iguales de cada hortaliza para proceder a la inmersión en dos combinaciones de conservantes de acuerdo a los tres tratamientos SINP1, COM1P1, COM2P1.

➤ Secado.

Ambos tratamientos se sometieron a una operación de secado durante 60 minutos en coladores de plástico y con papel toalla previamente esterilizado para eliminar el exceso de humedad del medio y facilitar el empacado, así evitar el crecimiento de hongos en su almacenamiento.

➤ Empacado.

Las bandejas de poliestireno fueron colocadas sobre una balanza digital la cual determinó el peso del producto el cual fue de 200 gramos. Se hizo el empacado formulando el contenido de hortalizas 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 fue colocado en hieleras previamente desinfectadas y se transportó hacia el almacenado en una cámara de frío regulable a $5^{\circ} \text{C} \pm 1$, por un período total de 16 días (Figura 9). La cámara de frío se ubicó en el laboratorio del Centro Cultural de Suchitoto, Cuscatlán.

2.4 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, haciendo un total de 8 repeticiones de toma de datos. Como se evaluaron tres tratamientos se obtuvieron 42 bandejas esto con el objeto de tener producto extra para seguir muestreando 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 5 gramos de cada hortaliza aproximadamente 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 LECC (Laboratorio Especializado en Control de Calidad).

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 que fueran personas que consumen habitualmente este tipo de producto.

El desarrollo del análisis, se realizó con 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 (Figura A-2), con el objetivo de determinar si los panelistas encontraban diferencias significativas entre los tratamientos siendo 5 el límite aceptable.

2.5 Metodología estadística

Para el análisis de los datos se utilizó un diseño completamente al azar, siendo los factores en estudio 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: Siendo la muestra testigo, solo se aplicó las operaciones de lavado, desinfección y enjuagado, 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 datos dentro de la base de datos 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 está generando esas diferencias.

3. Resultados y discusión

3.1 Análisis del atributo color

Según el análisis de varianzas (Cuadro 3) y prueba de contrastes ortogonales (Cuadro 4) las combinaciones de conservantes en los tratamientos en estudio están produciendo diferentes efectos sobre el atributo color, con una probabilidad igual a 0.05 ($P\text{-valor} < 0.05$). Los resultados obtenidos de la variable color para los diferentes tratamientos, según prueba de Contrastos Ortogonales los tratamientos T3 y T2 son estadísticamente iguales es decir que están produciendo 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.

F.V.	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 empaclado y conservación en condiciones de almacenamiento refrigerado, se logró reducir significativamente el deterioro, esto permitió inferir que la combinación del tratamiento aplicado en los distintos vegetales, controla los cambios químicos visibles indeseables de marchitamiento.

3.2 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 están produciendo 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 ($P\text{-valor} > 0.05$). Esto difiere con lo dicho por Arcos *et al* (s.f.) quien afirma que en un estudio realizado 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

3.3 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 están produciendo iguales efectos sobre el atributo sabor, con una probabilidad igual a 0.05. Es decir que los tratamientos no tuvieron ningún efecto en el nivel de aceptabilidad del atributo sabor. A diferencia de 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 el almacenamiento entre 1–6 °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

3.4 Análisis del atributo textura

Según el análisis de varianzas (Cuadro 9) utilizando los valores absolutos, las combinaciones de conservantes en los tratamientos en estudio están produciendo iguales efectos en cuanto al atributo textura, sin embargo, la prueba estadística de contrastes ortogonales (Cuadro 10) muestra que existen diferencias entre Testigo (T1) Y T2 mientras que el T3 Y T2 que son las combinaciones de conservantes está produciendo 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 ya que el P-valor es menor a 0.05.

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 presentando 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 iba pasando 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, obteniendo 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.

Es de señalar, que, 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, aumentando la perecibilidad y el deterioro de la calidad en frescura, apariencia, olor y sabor. Coincidiendo esta aseveración con las experiencias de García (2008) en ensaladas, melón y piña, Arcos *et al.* (s. f.) en ensalada de vegetales, Alvarez y Ávila (2016), en zanahoria y apio.

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

Según la figura 1, el componente principal 1(CP1), está explicando el 93.9 % de la variación total de los datos; mientras que el componente principal 2(CP2), solamente explica el 6.1%.

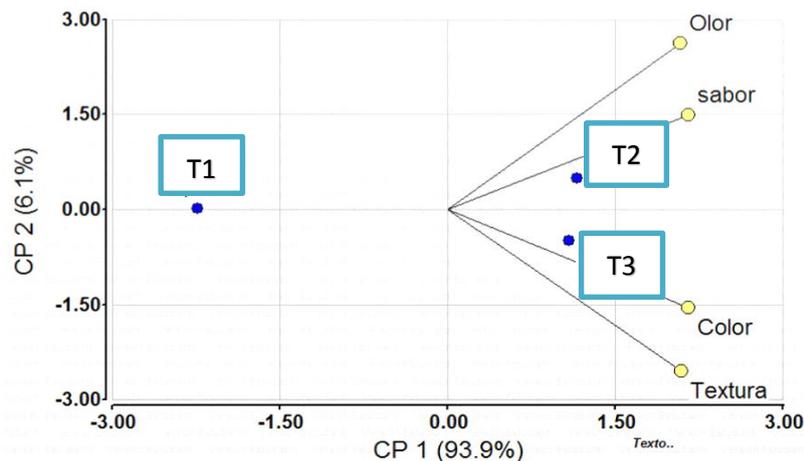


Figura 1. Representación gráfica de atributos sensoriales y panelistas.

En la figura se puede observar que para el testigo (T1) no tuvo una buena aceptación y sus características fueron poco evaluadas por los catadores obteniendo calificaciones bajas, en el tratamiento 2 se caracterizó con más aceptación en el sabor, pero este fue menos aceptado en cuanto a textura y para el tratamiento 3 se caracteriza por el color, pero en cuanto al olor este tuvo menos representación al ser evaluado. 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 estos tuvieron una mayor aceptabilidad en cuanto a sus características en general.

3.6 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 4.44% y 4.63 % pérdida de peso total durante el periodo de 15 días de almacenamiento respectivamente. Este comportamiento, fue indicativo de una pérdida de peso diaria promedio de 0.27%, siendo indicativo esto del 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, promoviendo en corto tiempo al rechazo por parte del consumidor.



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

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. Existiendo diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a la ensalada testigo, donde se encontró una mayor relación de pérdida de peso total.

3.7 Análisis de pH

Con respecto a los valores promedios de pH (Figura 3) de los tratamientos, se encontró que estos fueron estables durante el tiempo de almacenamiento de 15 días, favoreciendo 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.

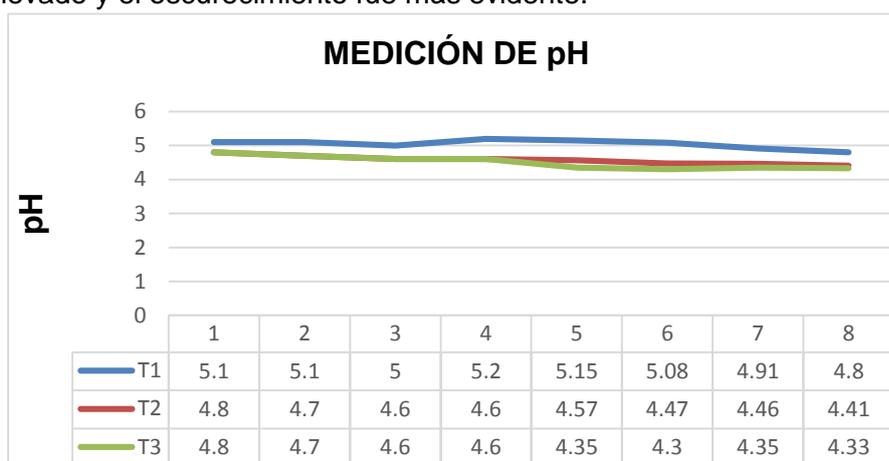


Figura 3. Medición de pH.

3.8 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 la cual debía ser 5° C ± 1. La temperatura promedio fue de 5 °C

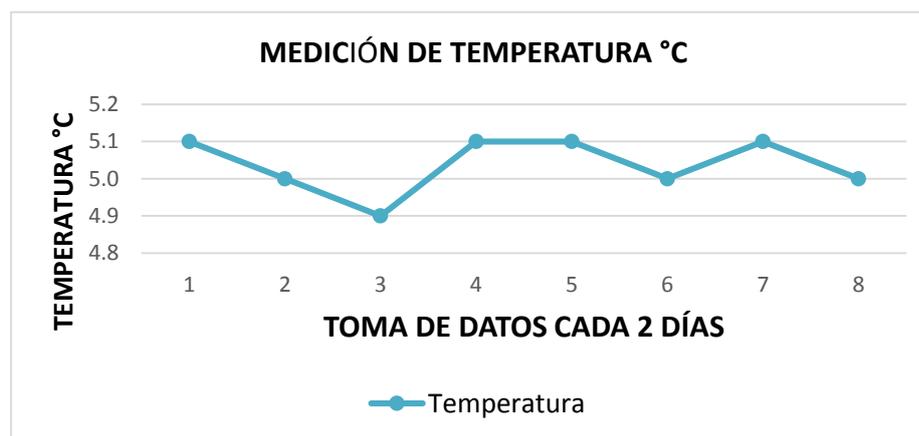


Figura 4. Promedio de temperatura de almacenamiento de producto IV gama.

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.

3.9 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 RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano) de Criterio Microbiológicos (2009) para hortalizas. 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 ² UFC/g	<10 ² UFC/g	<10 ² UFC/g
14 día	< 10 ² UFC/g	<10 ² UFC/g	<10 ² 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 encuentra inocuo. Al realizarle un análisis microbiológico al producto demostró que los tratamientos son efectivos ya que a las hortalizas sin procesar se les realizó de igual forma el análisis microbiológico y presentaron coliformes fecales > 10² UFC/g y presencia de *Salmonella*.

4. 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 y que su ingesta no genere consecuencias a la salud ya que las propiedades de estos conservantes permiten eliminar la carga microbiológica 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 un 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 el 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, y el sabor 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.

5. Recomendaciones

Se recomienda a productores y cooperativas que producen hortalizas el uso de combinaciones de conservantes orgánicos, para alargar la vida de anaquel e incrementar la calidad e inocuidad del producto mínimamente procesado y que su ingesta no genere consecuencias a la salud.

Por su nivel de aceptación en cuanto a textura, color y pérdida de peso se recomienda la utilización de la combinación de conservantes 1, ya que permite mantener las características organolépticas y físicas químicas de las hortalizas previamente llevadas a un proceso de manipulación o troceado hasta por 15 días.

Realizar análisis físicos, químicos, organolépticos y microbiológicos a productos hortícolas IV gama con el propósito de conocer si cumplen con los parámetros de calidad e inocuidad para el consumo humano.

Es necesario aplicar buenas prácticas de manufactura para obtener un producto inocuo y de calidad para poder alargar su vida de anaquel hasta por 15 días.

Se recomienda usar otras concentraciones de los conservantes, así como también investigar la vida de anaquel de las hortalizas por separado.

6. 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/avancetecnologicos4agama.pdf?fbclid=IwAR0VMg3EEh897elulnwloUpdu4gYgb4CFuIX9f-ZHxZJGUo5Nm9kPgTiSPc>
- García Méndez A. 2008. Aplicación de la técnica de IV gama para la elaboración de ensaladas (en línea). Consultado 17 mayo 2019. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/27075/1/24792-86985-1-PB.pdf>
- García Méndez A. 2008. Aplicación de la tecnología iv gama en frutos de melón (*Cucumis melo*) y piña (*Ananas comosus*) (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
- 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
- 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/renaloea/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) 67.04.50:08 .2009. 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
- 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>

7. Anexos

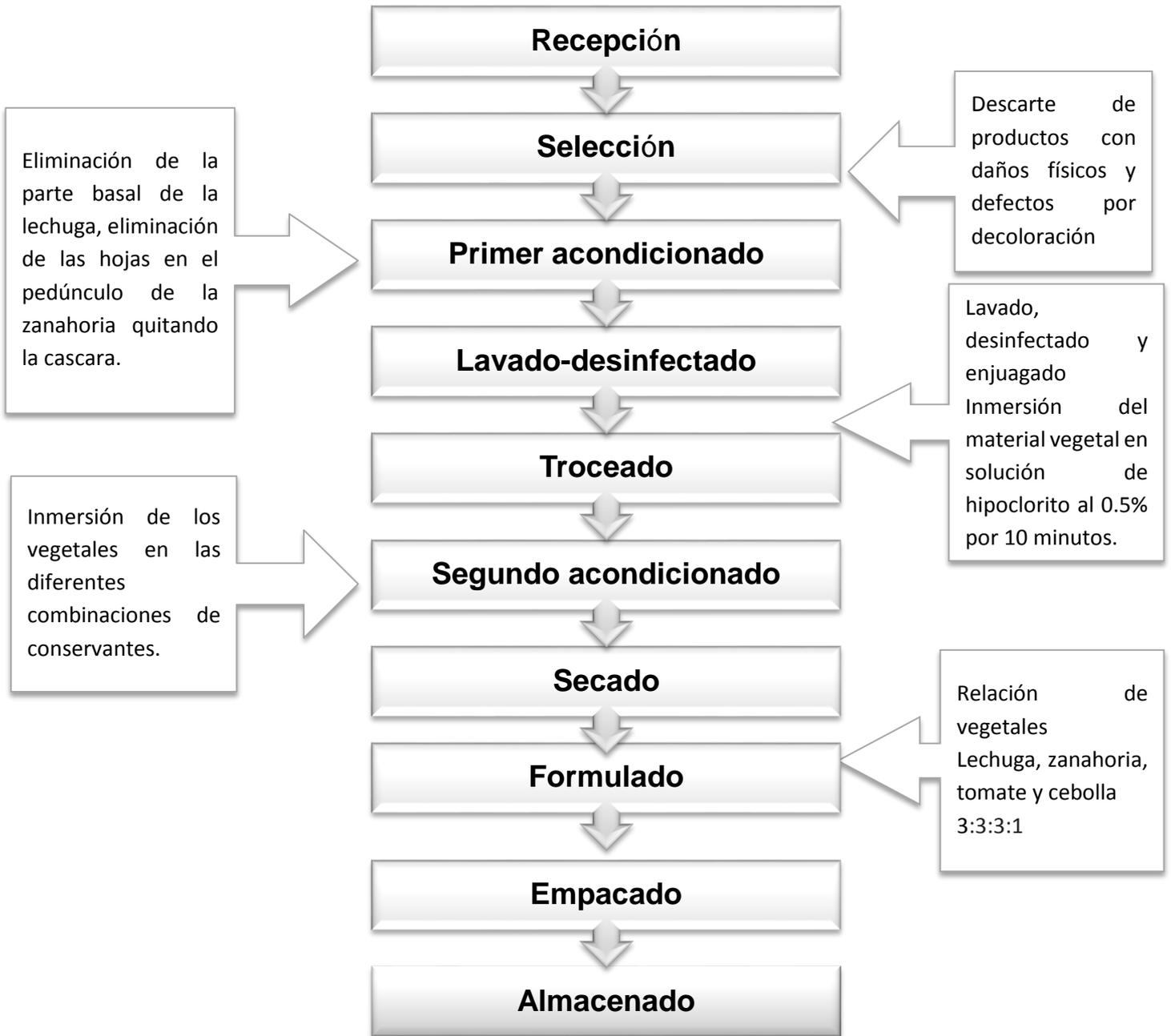


Figura A- 1. Esquema para elaboración de productos de IV gama.

Título de la investigación: Evaluación de dos combinaciones de conservantes y su efecto sobre un producto hortícola de IV gama.

Objetivo: Evaluar dos combinaciones de conservantes y su efecto sobre un producto hortícola de IV gama, con el propósito de mantener sus características organolépticas y alargar su vida de anaquel.

Código: _____

Indicaciones: Pruebe por favor la muestra y coloque la calificación que indique su nivel de agrado. Marque con un punto sobre la línea horizontal los parámetros.

COLOR	TRATAMIENTO	Desagradable	Agradable
	SINP1	_____	
	COM1P1	_____	
	COM2P1	_____	
OLOR	TRATAMIENTO	Desagradable	Agradable
	SINP1	_____	
	COM1P1	_____	
	COM2P1	_____	
SABOR	TRATAMIENTO	Desagradable	Agradable
	SINP1	_____	
	COM1P1	_____	
	COM2P1	_____	
TEXTURA	TRATAMIENTO	Desagradable	Agradable
	SINP1	_____	
	COM1P1	_____	
	COM2P1	_____	

Figura A- 2. Ficha de evaluación sensorial.