

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



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

Por:

Br. Pérez Martínez, Brenda Sarai

Br. Ramos Dubón, Erika Johana

Ciudad Universitaria, enero 2021

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



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

POR:

Pérez Martínez, Brenda Sarai

Ramos Dubón, Erika Johana

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

Ingeniera Agroindustrial

Ciudad Universitaria, enero 2021

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

LIC. M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. M. Sc. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

DR. FRANCISCO LARA ASCENCIO

SECRETARIO:

ING. AGR. BALMORE MARTÍNEZ SIERRA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA:

ING. AGR. M. Sc. FIDEL ÁNGEL PARADA BERRIOS.

DOCENTES DIRECTORES

ING. AGR. M. Sc. SIGFREDO RAMOS CORTÉZ

ING. HAYDEE ESMERALDA MUNGUÍA.

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

ING. MARIO ALFREDO PÉREZ ASCENCIO

Resumen

La investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador y en Suchitoto, Cuscatlan, consistió en la evaluación de dos combinaciones de conservantes a un producto hortícola de IV gama con el propósito de mantener sus características organolépticas. El período de la investigación fue de noviembre de 2019 a mayo de 2020.

La evaluación de combinaciones de conservantes consistió en 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% ($P \geq 0.05$), siendo los factores en estudio las dos combinaciones de conservantes y el testigo, 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. Además, se realizó un cuadro de costos de inversión donde el tratamiento con menor costo fue el T3 con un valor de \$16.80

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, consisted in the evaluation of two combinations of preservatives to a horticultural product of IV range with the purpose of maintaining its organoleptic characteristics. The investigation period was from November, 2019 to May, 2020.

The evaluation of preservative combinations consisted of the study of three treatments: 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 were taken every two days of parameters such as: water loss and pH, for the analysis of the data a complete randomized design was used, the significance level was 5%, being the factors under study the two combinations of preservatives and the witness, to determine if the sources of variation under study produced the same or different effects on the response variable, the technique of Analysis of Variance and orthogonal contrast test in the statistical program INFOSTAT was applied.

The results obtained in the sensory analysis showed that there were significant differences in color and texture presenting the best T2 and T3 effects which had a useful life of 15 days. In addition, a table of investment costs was made where the treatment with the lowest cost was the T3 with a value of \$16.80.

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, peroxyacetic, oxidation rate, food quality and safety.

Agradecimientos

Primeramente, doy gracias a Dios, por darme la fortaleza y ser mi guía en todos estos años académico, porque con su infinito amor y misericordia el me permite culminar uno de mis más anhelados sueños.

Infinitas gracias a mi madre Julia Martínez y mi padre Oscar Pérez por siempre creer en mí y ser mi apoyo incondicional, todos mis triunfos y logros siempre los dedicare a ustedes porque son lo más importante en mi vida y lo que soy hasta ahora es gracias a ustedes.

A Gabriel mi novio, por ser mi apoyo en todo momento, por estar en los momentos difíciles, por siempre darme ánimos y hacerme creer que puedo lograr todo lo que me propongo.

A mi familia que en algún momento me apoyaron, pero en especial a mi tío Nelson porque siempre que necesité de su apoyo, estuvo en la disposición de ayudarme.

A los asesores, Ing. Sigfredo Ramos por su apoyo y orientación que brindó para llevar a cabo esta investigación.

A Lic. Idalia Rosmery Erroa por ser como nuestra asesora principal, quien nos brindó apoyo, sabiduría y experiencia durante todo este proceso para poder lograr con los mayores éxitos nuestra investigación.

Finalmente agradecer a Dubón, mi compañera de tesis y amiga, por su paciencia, su perseverancia, por su apoyo y compañía para poder culminar exitosamente esta investigación. Han sido muchos años de sacrificio para las dos, pero sé que hoy valen la pena.

Pérez Martínez, Brenda Sarai

Agradecimientos

Agradezco inmensamente a mi hermana Yolanda Ramos Dubón y mi madre Reina Elizabeth Dubón por la ayuda y el apoyo que me han brindado y a todos los que estuvieron siempre conmigo en este camino, ha sido sumamente importante estuvieron a mi lado incluso en los momentos más tormentosos, siempre ayudándome. No fue sencillo culminar con éxito este proyecto sin embargo fueron muy motivadores y esperanzadores al decirme que lo lograría.

A los asesores, Ing. Sigfredo Ramos por ser nuestro soporte para poder concluir este trabajo con éxito y por supuesto a la Lic. Idalia Rosmery Erroa por su orientación y apoyo.

Agradezco a mi compañera de tesis: Brenda Saraí Pérez porque al igual que yo proporcionó su mayor esfuerzo, empeño y dedicación para que todo nos saliera bien en esta investigación y juntas podemos decir prueba superada. A mis amigos y amigas que han compartido los buenos y malos momentos, aunque no estén sus nombres siéntanse por aludidos y finalmente a todas aquellas personas que contribuyeron a la culminación de este trabajo de investigación.

¡Infinitamente gracias!

Erika Johana Ramos Dubón

Índice

	Página
Resumen	iv
Agradecimientos	vi
Índice de cuadros	xi
Índice de figuras	xii
Índice de Anexos	xii
1. Introducción	1
2. Revisión bibliográfica	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Productos de IV gama	5
2.3. Medidas de control para reducir riesgos por patógenos en hortalizas y frutas frescas.6	6
2.4. Importancia de las hortalizas	6
2.5. Aspecto nutricional	7
2.6. Comercialización	7
2.7. Conservantes	9
2.7.1. Principios de conservación de alimentos	9
2.7.2. Antimicrobianos	9
2.7.3. Antioxidantes y quelantes	10
2.7.4. Combinación de agentes antimicrobianos.....	12
2.7.5. Utilización de Empaques	12
2.8. Limitantes de la vida útil del producto hortícola.....	13
2.8.1. Pardeamiento	13
2.8.2. Transpiración	13
2.9. Microorganismos	14
2.10. Tasa de respiración de hortalizas.....	16

2.11.	Vida de anaquel en hortalizas	16
3.	Materiales y métodos.....	18
3.1.	Ubicación de la investigación	18
3.2.	Metodología de procesamiento	18
3.2.1.	Materia prima y conservantes.....	18
3.2.2.	Equipos	18
3.2.3.	Materiales y utensilios	18
3.3.	Formulación.....	19
3.4.	Proceso de elaboración	19
3.4.1.	Recepción y selección	19
3.4.2.	Primer acondicionamiento	20
3.4.3.	Lavado y desinfectado.....	20
3.4.4.	Troceado	21
3.4.5.	Segundo acondicionamiento.....	21
3.4.6.	Secado	21
3.4.7.	Empacado	22
3.4.8.	Almacenado	22
3.5.	Metodología de laboratorio	23
3.5.1.	Análisis de pérdida de agua.....	23
3.5.2.	Análisis de pH.....	23
3.5.3.	Análisis microbiológico.....	23
3.6.	Análisis sensorial	24
3.7.	Metodología estadística.....	25
3.7.1.	Diseño estadístico	25
3.7.2.	Recolección y análisis de datos.....	27
4.	Resultados y discusión	28

4.1. Análisis exploratorio de la evaluación sensorial para determinar la vida útil del producto	28
4.1.1. Análisis del atributo color	28
4.1.2. Análisis del atributo olor	29
4.1.3. Análisis del atributo sabor	30
4.1.4. Análisis del atributo textura	30
4.1.5. Análisis de componentes principales (ACP) para los atributos sensoriales y su relación con los panelistas	32
4.2. Análisis de la pérdida de peso	33
4.3. Análisis de pH	34
4.4. Análisis de temperatura	35
4.5. Análisis microbiológico	35
4.6. Costos de producción	37
5. Conclusiones	39
6. Recomendaciones	40
7. Bibliografía	41
8. Anexos	46

Índice de cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Composición nutricional por cada 100 gramos de hortalizas.	7
Cuadro 2. Principales problemas de los frutos y vegetales frescos cortados.	13
Cuadro 3. Límites permisibles de microorganismos en frutas y hortalizas frescas.	14
Cuadro 4. Tasa de respiración de hortalizas en estudio.	16
Cuadro 5. Vida de anaquel en hortalizas.	17
Cuadro 6. Formulación para elaborar el producto de IV Gama.	19
Cuadro 7. Componentes de la inmersión.	26
Cuadro 8. Análisis de varianza para variable color.	28
Cuadro 9. Prueba de contrastes ortogonales, variable color.	28
Cuadro 10. Análisis de varianza para variable olor.	29
Cuadro 11. Prueba de contrastes ortogonales, variable olor.	29
Cuadro 12. Análisis de varianza para variable sabor.	30
Cuadro 13. Prueba de contrastes ortogonales, variable sabor.	30
Cuadro 14. Análisis de varianza para variable textura.	31
Cuadro 15. Prueba de contrastes ortogonales, variable textura.	31
Cuadro 16. Resultados <i>Escherichia coli</i>	36
Cuadro 17. Resultados de <i>Salmonella</i>	36
Cuadro 18. Resultados <i>Listeria monocytogenes</i>	36
Cuadro 19. Resumen de costo variables.	37

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Productos vegetales de conveniencia listo para cocción.....	6
Figura 2. Productos de IV gama en Despensa de Don Juan, Col. Escalón, San Salvador.	8
Figura 3. Eliminación de péndulo en zanahoria	20
Figura 4. Lavado y desinfección.	20
Figura 5. Troceado	21
Figura 6. Preparación de Inmersiones.	21
Figura 7. Secado.	22
Figura 8. Empacado de hortalizas.	22
Figura 9. Almacenado de producto terminado.....	23
Figura 10. Ejemplo de lectura de escala	25
Figura 11. Representación gráfica de atributos sensoriales y panelistas.	32
Figura 12. Comportamiento de la pérdida de peso en los tres tratamientos.	33
Figura 13. Medición de pH.....	34
Figura 14. Promedio de temperatura de almacenamiento de producto IV gama.	35

Índice de Anexos

Figura A- 1. Esquema para elaboración de productos de IV gama.	46
Figura A- 2. Ficha de evaluación sensorial.	47
Figura A- 3. Comparación de cambio de color en almacenamiento.	48
Figura A- 4. Procedimiento para determinar <i>Salmonella</i>	49
Figura A- 5. Procedimiento para Recuento de <i>Escherichia coli</i>	49
Figura A- 6. Informe de resultados para determinación <i>Listeria monocytogenes</i> (T1).	49
Figura A- 7. Informe de resultados para determinación <i>Listeria monocytogenes</i> (T2).	49
Figura A- 8. Informe de resultados para determinación <i>Listeria monocytogenes</i> (T3).	49

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. 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 elálgico y ácido peroxiacético (Silveira 2017).

Se está desarrollando en el mundo una tendencia hacia el mayor consumo de frutas y hortalizas, con menor proporción de carbohidratos, grasas y aceites y con una mayor participación de vitaminas y minerales. Esto se fundamenta, en parte, en las menores necesidades calóricas de la vida moderna, caracterizadas por un mayor confort y sedentarismo. Sin embargo, la tendencia es cada vez consumir productos más frescos y sanos, y lo más parecido a su forma original lo cual permite hablar de diferentes opciones de presentación del producto, así como su forma de conservarlo.

En la investigación se evaluaron dos combinaciones de conservantes orgánicos y su efecto sobre un producto hortícola de IV gama: combinación 1, 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 verde, combinación 2, ácido cítrico 0.1%, cloruro de calcio 1%, Ácido peracético 0.008% para el control de microorganismos patógenos y responsables del deterioro de los productos vegetales, con el propósito de mantener sus rasgos organolépticos y alargar su vida de anaquel; mediante el monitoreo de características organolépticas y físico químicas como pérdida de agua, pH y para verificar la calidad microbiológica, se realizó recuento de *Escherichia coli*, investigación de *Salmonella* y *Listeria monocytogenes*.

Actualmente los consumidores demandan alimentos en donde su tiempo de cocción sea el menos posible, que tengan facilidad de preparación y conserven la frescura y calidad, esto debido al ritmo de vida actual 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 estuvo el plantear los resultados como una alternativa para la producción y comercialización de hortalizas de IV gama que sean de calidad y seguros para el consumo humano.

2. Revisión bibliográfica

Los productos de IV gama aparecen en Estados Unidos a mediados de los años 70, inspirados por el auge de los productos ya preparados y listos para comer, que crecieron en gran medida por el uso del microondas en los hogares, y por el cambio socioeconómico que por distintos factores lleva a disponer de menos tiempo para la elaboración de las comidas. A Europa llega a principios de los 80, primero a Francia y Reino Unido y posteriormente al resto de los países. En un principio tienen gran dificultad en incorporarse a los mercados debido al poco conocimiento del producto, que al ir envasado no daba la misma sensación de fresca que el producto sin procesar, y también a que en sus inicios el producto era muy caro en comparación con el fresco. A medida que se fueron mejorando los sistemas de producción, factor que redujo los costos de producción y con ello el valor de mercado, y que se fueron conociendo sus ventajas y condiciones de fresca y ausencia de aditivos del producto, el consumo fue aumentando de manera exponencial, sobre todo en Estados Unidos donde ha llegado a suponer hasta el 30 % del mercado de frutas y hortalizas. En Europa el Reino Unido y en menor medida Francia han alcanzado valores altos de consumo, en el resto pese a un gran aumento aún están en valores bajos respecto al producto sin procesar (Aguerri 2014).

Según Aguerri (2014), existen cinco gamas según el tipo o intensidad de proceso al que son sometidas las frutas y hortalizas:

- I gama: Frutas y vegetales frescos sin ningún tipo de proceso.
- II gama: Frutas y hortalizas en conserva.
- III gama: Frutas y vegetales congelados.
- IV gama: Frutas y vegetales crudos, listos para ser consumidos, sin sus partes no comestibles, lavados, pelados y en formas trozadas, rebanadas o ralladas, posteriormente envasada en plásticos y conservados a temperaturas de refrigeración, garantizando una duración mínima de siete días para su consumo inmediato.
- V gama: Productos vegetales envasados al vacío, que se someten a un proceso térmico, para luego ser mantenidos en condiciones de refrigeración.

2.1. Antecedentes

En la Universidad de Chile, Vega (2011), trabajó la evaluación de los factores que influyen en la durabilidad de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) como producto de IV gama. Para ello se evaluó la población de bacterias aerobias mesófilas y coliformes sobre dos tratamientos de atmósfera

(modificada y sin modificar) en dos tipos de lechuga. La aplicación de atmósfera modificada no mostró tener un efecto significativo en la tasa de crecimiento de microorganismos. En ambos tipos de lechuga la oxidación fue mayor en las muestras que fueron previamente almacenadas y el pardeamiento fue más marcado en el tipo mantecosa.

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.

Arcos *et al.* (s. f.), realizó un estudio en ensalada de vegetales mínimamente procesada en el cual se determinó el período apto para el consumo de una ensalada constituida por lechuga, zanahoria y coliflor en la cual se observó una variación en la percepción sensorial a partir del sexto día de la expedición del producto. Durante el estudio realizado no se identificaron bacterias patógenas.

En el estudio de Alvares y Ávila (2016), desarrollaron un producto hortícola (zanahoria y apio) de IV gama, evaluando tres tipos de atmósferas y tres tipos de envases. La investigación valida la mejor combinación de la atmósfera modificada y el envase, para aumentar el tiempo de vida útil de las zanahorias y apios. El empaque que mejor resultados obtuvo fue PET 12 + LDPE 30 y la atmósfera modificada 5% O₂ + 5% CO₂ + 90% N₂, teniendo resultados excelentes hasta el día 9 y resultados buenos hasta el día 14.

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.

Según Pereyra (2011), en su investigación “Desarrollo de manzana trozada mínimamente procesada y determinación de vida útil” los resultados encontrados demostraron que las dosis seleccionadas de ácido cítrico y cloruro de calcio, la atmósfera modificada, permitieron extender la vida útil para ambas variedades estudiadas hasta por 11 días y se encuentra condicionada por parámetros sensoriales.

En El Salvador existe muy poca bibliografía al respecto, ya que los estudios realizados de conservantes en hortalizas son poco frecuentes es por ello que los estudios tomados como referencias son de otros países.

2.2. Productos de IV gama

Se entiende por productos de IV gama a los productos vegetales, frutas y hortalizas frescos sin tratamiento térmico, preparados, lavados y envasados que han podido ser objeto de troceado y cortes listos para consumir o cocinar y destinados al consumo humano (Vega 2011).

Según Manrique (2015), productos de IV gama son elaborados a partir de fruta u hortaliza frescas, procesado suavemente (pelado, cortado). Posteriormente, el producto se envasa para ser transportados y conservados a baja temperatura. Cada una de las operaciones necesarias para la preparación de productos en IV gama debe realizarse correctamente para conseguir un producto final satisfactorio desde el punto de vista de calidad y seguridad durante la vida útil, brindando un producto inocuo.

Según Aguiló y Viñas (2017), el lanzamiento de nuevos productos en el 2015, respondieron a los principales reclamos bajo el lema de la conveniencia. Esta categoría abarca una gran variedad de productos, entre los que se encontrarían, los productos de fácil uso y preparación, como por ejemplo productos vegetales listos para cocinar en su propio envase mediante microondas o bien, vegetales frescos cortados listos para cocinar (Figura 1).



Figura 1. Productos vegetales de conveniencia listo para cocción.

Fuente: Tomado de Candela (2017).

2.3. Medidas de control para reducir riesgos por patógenos en hortalizas y frutas frescas

El implementar estrategias que permitan obtener materias primas de alta calidad para ser procesadas y que le permitan al consumidor contar con un producto que sea inocuo es de gran importancia. Una de las medidas más importantes implementadas es la prevención en la contaminación de frutas y hortalizas con patógenos microbianos, con altos niveles de residuos químicos y contaminantes físicos. Entre las estrategias desarrolladas que permiten garantizar materias primas inocuas al consumidor son:

- Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)
- Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)
- Implementación de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control

2.4. Importancia de las hortalizas

Las hortalizas representan un renglón importante dentro de la dieta alimenticia de la población mundial de acuerdo al informe del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), sobre la producción de hortalizas, por muchos años, El Salvador se destacó por ser proveedor de una amplia gama de producto hortícola para el mercado Centroamericano. No obstante, en los últimos diez años la tendencia ha sido la importación de estos productos desde Guatemala y Honduras. En relación a El Salvador, el consumo de hortalizas representa un 10.49% del gasto familiar, equivalente a un consumo aparente de \$87.48 millones. Para satisfacer este consumo aparente es necesario importar hortalizas; ya que la producción nacional, no satisface la demanda de hortalizas de la población (MAG citado por González 2006).

2.5. Aspecto nutricional

La mayoría de las hortalizas contienen gran cantidad de vitaminas y minerales y, al igual que las frutas, pertenecen al grupo de alimentos reguladores en la rueda de los alimentos. La vitamina A está presente en la mayoría de las hortalizas en forma de provitamina. Especialmente en zanahorias, espinacas y perejil. También son ricas en vitamina C especialmente el pimiento y el perejil. Las vitaminas E y K se encuentran pero en mucha menos cantidad. Las hortalizas están compuestas de 75-90% agua y otros componentes que se muestran en el cuadro 1:

Cuadro 1. Composición nutricional por cada 100 gramos de hortalizas.

NUTRIENTES	Lechuga	Zanahoria	Tomate	Cebolla
Energía	16	34	18	26
Proteína	1.13	0.80	0.88	1.13
Grasa total (g)	0.60	0.30	0.20	0
Glúcidos	1.40	7	3.89	5.30
Fibra (g)	1.50	2.60	1.20	1.80
Calcio (mg)	34.70	27	10	25.40
Hierro (mg)	1	0.30	0.27	0.27
Yodo (mg)	3	6.50	2	8.90
Vitamina A (mg)	8	1346	42	0
Vitamina C (mg)	12.20	7	13.70	6.90
Vitamina E (mg)	0.51	0.50	0.54	0.13
Folato (mg)	33.60	30	15	7

Fuente: Adaptado de FUNIBERO (2017).

2.6. Comercialización

Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas surgieron como una interesante alternativa para el consumidor que no tiene tiempo de preparar su servicio o incluso no le gusta hacerlo. En varios países estos productos son ofrecidos en presentaciones más variados, siempre buscando la comodidad del consumidor. En los Estados Unidos, una nueva tendencia fue observada en 2004. Los que estaban procesando frutas y hortalizas y vendiendo con marca propia dejan de hacerlo, buscando cada vez más empresas que puedan proporcionar un "mix" completo de productos a un precio competitivo. Las empresas también desarrollan nuevos

envases y ensaladas que se pueden consumir fuera del hogar, una exigencia de los consumidores en el país de la comida rápida (Moretti 2007).

Mientras que en El Salvador y otros países sigue siendo tímida la existencia de ensaladas mixtas, en los EE.UU., la ensalada de lechuga con tiras de zanahoria, y otras considerada todavía una novedad por aquí, ya está superada. En 2003, el crecimiento del negocio de ensaladas mínimamente procesadas en Estados Unidos fue alrededor del 9%. Las ensaladas ofrecidas en el mercado norteamericano hace cinco o diez años se recuerdan muy poco, las empresas que comercializan actualmente ofrecen una gran variedad de ensaladas combinadas (Moretti 2007).

Walmart el gigante americano se ha convertido en el mayor gigante de la distribución mundial de productos, actualmente incluye la comercialización de productos de IV gama como ensaladas y otros vegetales troceados zanahoria, ejotes, apio, brócoli que son importados por empresas de Guatemala una de ellas llamada Gofresh que tiene una gran variedad de productos de IV gama comercializándolos en supermercados como la Despensa de Don Juan y Walmart (Figura 2).



Figura 2. Productos de IV gama en Despensa de Don Juan, Col. Escalón, San Salvador.

En el 2007 la IV gama supone el 5% del consumo de las frutas y hortalizas, es decir una pequeñísima porción de la tarta de consumidores. Y esta es la clave y el objetivo final de los productores de vegetales frescos mínimamente procesados y listos para el consumo, ofrecer un producto con la máxima calidad, las máximas garantías de seguridad alimentaria, a un precio tan competitivo que nadie compre vegetales sin procesar como nadie compra el pollo sin desplumar (León 2007).

2.7. Conservantes

Desde hace mucho tiempo han sido diferentes los métodos que se han empleado para prolongar la vida útil de los alimentos, desde aquellos tales como la conservación en frío o la fermentación y que, con el paso del tiempo se han ido perfeccionando dando paso a la emergencia de nuevas técnicas. Hoy en día se encuentran diversos métodos que permiten obtener un producto final con cualidades organolépticas y de seguridad deseadas. Tradicionalmente se han distinguido dos tipos de procesamiento de alimentos: aquellos que involucran tecnologías térmicas y los que involucran tecnologías no térmicas (métodos más modernos para el procesamiento de alimentos o tecnologías emergentes), acompañados en todos los casos del empaquetado que buscan favorecer la calidad de los alimentos preservando su vida útil (Vega 2011).

2.7.1. Principios de conservación de alimentos

Según Rodríguez (2011), la conservación de alimentos puede definirse como el conjunto de tratamiento que prolonga la vida útil de aquellos, manteniendo, en el mayor grado posible, sus atributos de calidad, incluyendo color, textura, sabor.

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).

2.7.2. Antimicrobianos

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).

Ácidos Orgánicos

Uno de los factores que gobierna el crecimiento de los microorganismos en los alimentos es el pH. En general las bacterias crecen a pH cercanos a la neutralidad (pH 6.5 a 7.5) pero sin embargo son capaces de tolerar un rango de pH entre 4 y 9. El modo de acción de los ácidos orgánicos en la inhibición del crecimiento microbiano parece estar relacionado con el mantenimiento del equilibrio ácido-base, la donación de protones y la producción de energía por las células. Los sistemas biológicos y químicos dependen de la interacción entre los sistemas ácido-base. La célula microbiana normalmente refleja este equilibrio atendiendo al mantenimiento de un pH interno cercano a la neutralidad (Doores, 1993 citado por Rodríguez 2011).

Ejemplos:

- Ácido propiónico. Su acción antimicrobiana (tanto del ácido como de sus sales sódicas y cálcicas) es similar a la del benzoato en su forma disociada.
- Ácidos málico, succínico y tartárico. La actividad antimicrobiana de estos ácidos orgánicos se debe a que originan un descenso en el pH (FBT 2013)
- Ácido peracético. El AP es un oxidante fuerte que ha demostrado ser efectivo para el control de microorganismos patógenos y responsables del deterioro de los productos vegetales MPF, aunque inicialmente se utilizó para la desinfección de superficies destinadas a la preparación de alimentos, a dosis de unas 85 ppm (Gómez 2017).

2.7.3. Antioxidantes y quelantes

Los antioxidantes son sustancias que se adicionan a los alimentos para evitar la oxidación. Hay muchos alimentos que cuando entran en contacto con el oxígeno del aire, se deterioran, perdiendo incluso propiedades nutritivas, especialmente por la evaporación de las vitaminas A y C; también se deterioran las grasas, de manera que se produce ese enranciamiento, con la decoloración, especialmente en la frutas y hortalizas que contengan la enzima polifenoloxidasas (Bueno s.f.).

La quelación sucede cuando el agente secuestrante se une al metal formando un compuesto coordinado o quelato evitando la precipitación de los metales en la solución acuosa y evitando también reacciones oxidativas. Los agentes quelantes tienen la función de capturar a los iones metálicos, formando complejos que tienen la propiedad de mantenerse solubles e inoocuos, lo

cual es de gran importancia en algunos procesos industriales, evitando efectos indeseados en los procesos de producción o en el producto final (Pochteca 2015).

Ejemplos:

- Ácido cítrico. Inhibe el crecimiento bacteriano debido a que produce la quelación de los iones metálicos que son esenciales para el desarrollo microbiano (Gómez 2017).
- Ácido L – ascórbico. Se utiliza en frutas y hortalizas para evitar el pardeamiento y otras reacciones oxidativas (Gómez 2017).
El compuesto más frecuente para evitar el pardeamiento enzimático es el ácido ascórbico. Se utiliza sobre todo en frutas cortadas, ya que en frutas enteras penetra muy lentamente. Se recomiendan dosis entre 0,5 a 1% del peso del producto (Cheftel y Cheftel, 1983).
- Ácido eritórbico. Este ácido y su sal sódica reducen fuertemente el oxígeno molecular. La mayoría de las investigaciones sugieren que presentan similares propiedades antioxidantes que el ácido ascórbico, por lo que económicamente es conveniente utilizar ácido eritórbico. La combinación con ácido cítrico se utiliza para prevenir la rancidez oxidativa y la decoloración de ensaladas de verduras o frutas (FBT 2013).
- Cloruro de Calcio: participa en la estabilidad y en el mantenimiento de la integridad celular. El Cloruro de Calcio se emplea en la industria de alimentos como agente de firmeza o endurecedor, estabilizante y espesante, debido a sus propiedades como estabilizante este aditivo mantiene cierto estado fisicoquímico ideal en el alimento (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).

La utilización de conservadores es necesaria cuando la temperatura de envasado no es suficiente como para asegurar la esterilidad del alimento; cuando el envase no asegura la hermeticidad o bien por otras limitaciones, así como características del alimento.

Los conservantes ayudan a prevenir el deterioro en los alimentos. No solo evitar que se produzcan dichos microorganismos y las frutas se vuelvan oscuras, también preservan el sabor de los alimentos por que evitan que las grasas y los aceites se vuelvan rancios, controlan el equilibrio acidobásico de alimentos o mejoran su aspecto. Sin embargo, eso no evita que haya cierta preocupación sobre los ingredientes artificiales que se añaden a los alimentos y sus posibles efectos secundarios, conservantes como el BHA o hidroxianisol butilato, aditivos para preservar las grasas y utilizado desde en panes hasta medicamentos, podrían llegar a ser tóxicos si se consumen en grandes cantidades (MIDIA 2017).

2.7.4. Combinación de agentes antimicrobianos

Según Rodríguez (2011), la evaluación de la combinación de agentes antimicrobianos es necesaria debido a que un microorganismo puede ser resistente a la inhibición o eliminación por dosis convencionales de un solo antimicrobiano, pero al ser expuesto a una combinación de agentes puede aumentar su actividad antimicrobiana. Existen además varias razones que nos llevan a la combinación de antimicrobianos para la inhibición de microorganismos, por ejemplo:

La probabilidad de que algunas colonias se vuelvan resistentes a algunos antimicrobianos. Como es el caso de algunos antibióticos, al cual muchas bacterias desarrollan resistencia si se utiliza de forma individual. También algunos agentes solo pueden utilizar hasta ciertas concentraciones límites, debido a que pueden causar toxicidad si se utilizan por arriba de dichas concentraciones.

2.7.5. Utilización de Empaques

Empaque es un nombre genérico que se usa cuando en la industria se hace referencia al envase, ya sea como un material de amortiguamiento, se puede afirmar que su principal función es contener y proteger con una presentación, de excelente calidad. Por las características físicas y químicas del plástico se han desarrollado diferentes tipos de envases y embalajes obteniendo propiedades de resistencia, barrera y sellado abarcando cada día más sectores industriales para la distribución de los productos (Bernal 2007).

2.8. Limitantes de la vida útil del producto hortícola

Según Vega (2011), señalan que las principales limitantes de la vida útil de las características sensoriales, microbiológicas y nutricionales de frutas y hortalizas procesadas están relacionadas con el corte y la exposición del tejido vegetal, afectando distintos atributos del producto como las que se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Principales problemas de los frutos y vegetales frescos cortados.

Problema	Atributo afectado
Incremento en la actividad metabólica	Sabor, color, vitaminas
Incremento en la actividad de agua	Sabor y textura
Incremento en la actividad enzimática	Color y sabor
Susceptibilidad al ataque microbiano	Sanidad y apariencia
Marchitamiento	Apariencia

Fuente: Salinas *et al.*, 2007 citado por Vega 2011.

2.8.1. Pardeamiento

Corresponde a la formación de compuestos coloreados (melanoides), debido a la oxidación enzimática de los fenoles a ortoquinonas, que a su vez se polimerizan formando los compuestos pardos. Al trozar la fruta y hortaliza, se deja indefensa a las células, ya que no disponen de epidermis para evitar el contacto con el aire, la respiración se multiplica, se pierde agua, las células comienzan con un proceso de oxidación (pardeamiento de tejidos) y los microorganismos encuentran lugares idóneos para desarrollarse (Vega 2011).

La primera causa del pardeamiento enzimático es la desorganización celular producida por el corte, toda lesión fisiológica, bioquímica o microbiológica que permita la puesta en contacto de la enzima, el sustrato y el oxígeno produce un pardeamiento enzimático. Con el uso de frío y de antioxidantes se trata de retrasar, lo más posible, cualquier síntoma de marchitamiento y pardeamiento. La pérdida de la cadena de frío una vez procesado un producto puede, en pocas horas, activar estos procesos. Los principales antioxidantes usados son el ácido ascórbico y sus sales, ácido cítrico y sus sales o ambos (CARBÓNELL, 1990 citado por Vega).

2.8.2. Transpiración

Este proceso es la pérdida de agua por el cambio físico que ocurre por la existencia de un gradiente de la presión de vapor de agua entre la atmósfera externa y la interna próxima a la

superficie de la estructura. Las frutas y hortalizas están constituidas por 90% de agua, por lo que pérdidas de pequeñas cantidades de este elemento afecta de forma considerable su calidad (Vega 2011).

La forma de reducir la capacidad del aire de extraer agua en forma de vapor es disminuyendo la temperatura (Hormazábal, 1999 citado por Vega 2011).

2.9. Microorganismos

La proliferación de microorganismos en productos de IV gama es principalmente en las zonas de corte de frutas y hortalizas, debido a que se rompen las barreras naturales y dejan expuestos una gran cantidad de nutrientes.

Según el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) (2009), los criterios microbiológicos regulados son:

- Ausencia de *Salmonella* en 25 g
- Ausencia de *Listeria monocytogenes*.
- Recuento de *Escherichia coli*

Una característica de importancia en productos de IV gama es garantizar la calidad microbiológica, que se refleja en la ausencia de microorganismos patógenos, tales como *Salmonella ssp*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* (Cuadro 3).

Grupo de Alimento: Frutas y hortalizas. Esta categoría principal se divide en dos categorías: frutas y hortalizas frescas y frutas y hortalizas procesadas (incluidos raíces y tubérculos, legumbres y leguminosas y aloe vera) hongos comestibles y setas, algas marinas, nueces y semillas (RTCA 2009).

Cuadro 3. Límites permisibles de microorganismos en frutas y hortalizas frescas.

Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite Máximo Permitido
<i>Escherichia coli</i>	5	C	10 ² UFC/g
<i>Listeria monocytogenes/25 g</i>	10		Ausencia
<i>Salmonella ssp/25 g</i>	10		Ausencia

Fuente: Tomado de RTCA (2009).

UFC= Unidades formadoras de colonias.

Según MINSAL (2011), es de mucha importancia hacer análisis microbiológico en este alimento ya que son viables en diferentes condiciones ambientales y especialmente en los alimentos crudos:

Escherichia coli. Es un patógeno emergente asociado a casos de diarrea, colitis hemorrágica, síndrome urémico hemolítico (SUH) y trastornos de coagulación (púrpura trombocitopénica trombótica) en seres humanos. La principal vía de transmisión son los alimentos contaminados como carne molida, productos cárnicos crudos o insuficientemente cocidos, embutidos fermentados, leche y jugos no pasteurizados, vegetales que se consumen crudos, etc.

Listeria monocytogenes. Es una bacteria Gram positiva y catalasa positiva, anaerobia facultativa, no esporógena, con forma de bacilos cortos, a veces cocoides. *Listeria monocytogenes* presenta la particularidad de resistir distintas condiciones de estrés como congelación, secado, acidez y frío, pudiéndose adaptar a éstas mediante la producción de biofilms. Se encuentra ampliamente distribuida en el medio ambiente y ha sido aislada de varios tipos de fuentes como por ejemplo suelos, vegetación, ensilados, materia fecal animal y humana, agua, desperdicios, aguas cloacales. También los alimentos relacionados con la listeriosis han sido, en su gran mayoría, productos listos para el consumo que generalmente se conservan durante largos períodos a temperaturas de refrigeración. Algunos ejemplos de alimentos capaces de provocar una enfermedad transmitida por alimentos (ETA) causada por *Listeria monocytogenes* son: quesos, helados, vegetales crudos, alimentos cárnicos y de origen marino, tanto crudos como cocidos y, como ya se mencionó, alimentos listos para el consumo.

Salmonella. Son viables en diferentes condiciones ambientales, sobreviven a la refrigeración y congelación y mueren por calentamiento (mayor a los 70 °C). Los principales reservorios de *Salmonella* son las aves de corral, el ganado bovino y el porcino. Por lo tanto, son fuentes de infección las carnes de estos animales y los huevos. El hombre también es reservorio de esta bacteria lo que revela la importancia de considerar a los manipuladores de alimentos portadores como fuente de infección. También se han identificado como fuentes de infección los vegetales frescos consumidos crudos en ensaladas.

2.10. Tasa de respiración de hortalizas

La respiración es la degradación total de los carbohidratos a CO₂, H₂O y energía. Los sustratos de esta degradación, en condiciones aeróbicas, son las hexosas sencillas u otros compuestos orgánicos, como ácidos y grasas (BRAVERMAN 1980).

Las frutas y hortalizas frescas necesitan respirar a fin de obtener la energía suficiente para la mantención de la vida. Respiran absorbiendo oxígeno de la atmósfera y liberando dióxido de carbono, durante la respiración la producción de energía proviene de la oxidación de las propias reservas de almidón, azúcares y otros metabolitos (Cuadro 4) (FAO 1987).

Cuadro 4. Tasa de respiración de hortalizas en estudio.

Hortaliza	Temperatura	mL CO ₂ /k.h
Lechuga	5 °C	6-10
Zanahoria	5°C	13-26
Cebolla	5°C	5
Tomate	5°C	7-8

Fuente: Adaptado de Trevor (2013).

2.11. Vida de anaquel en hortalizas

La vida de anaquel se considera como el período de tiempo en el cual el alimento conserva los atributos esperados por el consumidor y es el momento adecuado para comercializarlo. Es esencial identificar y medir estos atributos críticos del alimento en relación a su sabor, textura, color y otras características sensoriales, así como las variables que producen el deterioro de estos atributos como la rancidez, decoloración o mal olor y bajo qué circunstancias (tiempo-temperatura). Esto ayuda a determinar su perfil de calidad y en base a este, medir su deterioro durante su vida de anaquel hasta el punto que este sea aceptable por el consumidor (Cuadro 5) (Roc 2014).

Cuadro 5. Vida de anaquel en hortalizas.

Hortaliza	T °C	HR	Vida de anaquel
Lechuga	5 °C	95 %	21 días
Zanahoria	5°C	98%	14 días
Cebolla	5°C	95%	7 días
Tomate	5°C	95%	15 días

Fuente: Adaptado de Trevor (2013).

3. Materiales y métodos

3.1. 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.

3.2. Metodología de procesamiento

3.2.1. Materia prima y conservantes

La materia prima para la producción de ensalada de IV gama se obtuvo con productores orgánicos ubicado en Suchitoto y Súper mercados; la lechuga que se utilizó es palmita (*Lactuca sativa L.*), los tomates Cherry (*Solanum lycopersicum var. Cerasiforme*), zanahorias (*Daucus carota*) y la cebolla blanca (*Allium cepa*). Los conservantes evaluados fueron adquiridos en Droguería Capitol, ubicada en Calle Monserrat # 19-50, San Salvador.

3.2.2. Equipos

- Balanza digital semi-analítica
- Termómetro digital.
- Potenciómetro
- Pipeta graduada de 5ml.
- Cámara de refrigeración

3.2.3. Materiales y utensilios

- Recipientes plásticos
- Bandejas de poliestireno
- Papel film
- Cucharas metálicas
- Cuchillos de acero inoxidable

- Mesa de acero inoxidable
- Hielera
- Mascarillas desechables.
- Redecillas desechables.
- Guantes de polietileno
- Papel toalla
- Alcohol etílico 90

3.3. Formulación

En el cuadro 6, se muestran la formulación porcentual y de producción en gramos de cada componente contenido en el producto, 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. El producto es una mezcla de estas cuatro hortalizas.

Cuadro 6. Formulación para elaborar el producto de IV Gama.

		Lechuga	Tomate	Zanahoria	Cebolla	Total
Formulación del producto	%	30	30	30	10	100%
	Peso	75 g	75 g	75 g	25 g	200 g

3.4. Proceso de elaboración

Para la preparación de hortalizas se siguió el esquema de proceso propuesto (Figura A-1), el cual se describe a continuación:

3.4.1. 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. En esta etapa se realizó una selección de las frutas basándose en la apariencia de las mismas. Las frutas escogidas debían presentar coloración uniforme y adecuada al estado de maduración según la fruta. Otro aspecto importante, tomado en cuenta para la selección fue, la ausencia de daños en la hortaliza, así como manchas que indicaran algún tipo de contaminación microbiológica.

3.4.2. 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 (Figura 3).



Figura 3. Eliminación de péndulo en zanahoria

3.4.3. Lavado y desinfectado

La operación de lavado se realizó en los tomates, zanahorias, cebollas y lechugas deshojadas con suficiente agua potable (Figura 4), para la desinfección se hizo una inmersión en solución de hipoclorito de sodio 0.5% por un tiempo de cuatro minutos posteriormente se lavó con suficiente agua potable para eliminar los restos del desinfectante. Teniendo lavado todo se procedió a eliminar la cascara de la zanahoria.



Figura 4. Lavado y desinfección.

3.4.4. 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 (Figura 5), la cebolla se cortó en juliana con un grosor de 1 cm. y la lechuga se cortó 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.



Figura 5. Troceado

3.4.5. 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 (Figura 6).

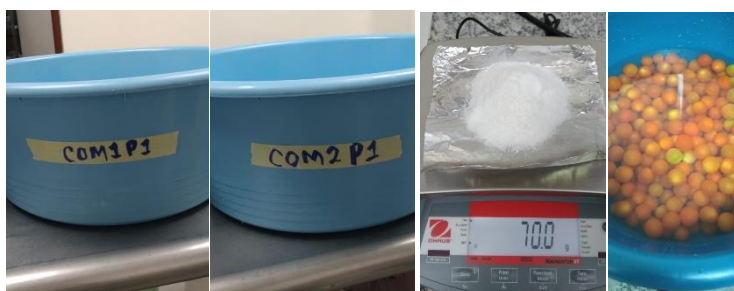


Figura 6. Preparación de Inmersiones.

3.4.6. Secado

Ambos tratamientos se sometieron a una operación de secado durante 60 minutos en coladores de plástico y con papel absorbente previamente esterilizado para eliminar el exceso de humedad del medio y facilitar el empacado, así evitar el crecimiento de hongos en su almacenamiento (Figura 7).



Figura 7. Secado.

3.4.7. 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 empackado 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 (Figura 8).



Figura 8. Empacado de hortalizas.

3.4.8. 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.



Figura 9. Almacenado de producto terminado.

3.5. Metodología de laboratorio

Para analizar el comportamiento del producto en las condiciones de almacenamiento, se enumeraron las 14 réplicas de 1 al 14 cada producto de cada tratamiento para tomar una muestra al azar cada dos días por un período de 16 días, haciendo un total de 8 repeticiones.

3.5.1. 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.

3.5.2. Análisis de pH

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

3.5.3. 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).

3.5.3.1. Recuento de bacterias coliformes fecales (*Escherichia coli*).

Para la determinación de la población de microorganismos presentes se realizaron análisis de recuentos en placa para identificar Unidades Formadoras de Colonias en agar Cromocult a través de la técnica de las diluciones. La primera dilución realizada fue 90 ml de diluyente sobre 25 g de muestra tomada desde la bandeja, quedando la muestra 10 veces diluida. Las diluciones evaluadas fueron 10^{-1} (10 veces), 10^{-2} (100 veces) y 10^{-3} (1000 veces). El diluyente

utilizado fue agua peptonada y esterilizada. Las muestras fueron incubadas a 36° C por 48 horas para luego ser leídas (Figura A-5). Las evaluaciones se realizaron para los tiempos: día 1 (producto terminado el mismo día) y a los 14 días de almacenamiento.

3.5.3.2. Detección de *Salmonella sp.*

Las muestras fueron sembradas en agua peptonada tamponada (25 g de muestra en 225 ml de agua peptonada) y estas fueron incubadas a 37° C por 24 horas. La muestra fue transferida a dos medios preenriquecidos, caldo Rappaport y caldo Tetracionato. El Rappaport fue incubado a baño maría a 41,5° C por 24 horas y el caldo Tetracionato fue incubado en estufa a 37° C por 24 horas. Ambos caldos fueron transferidos a dos medios más, uno fue agar XLD en el cual se realizó la siembra de cada caldo, ocupando la mitad del agar cada uno con la técnica de siembra por arrastre y el otro agar fue Agar Verde Brillante (BGA) y fue sembrado de la misma forma y ambos fueron llevados a estufa de incubación a 37° C por 24 horas (Figura A-4).

3.6. 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. Para la interpretación de valores se establecieron los siguientes criterios en la escala hedónica verbal:

- 1 = Desagradable
- 2 = Moderadamente desagradable
- 3 = Poco desagradable
- 4 = Ligeramente desagradable
- 5 = No me agrada, ni me desagrada
- 6 = ligeramente agradable
- 7-10 = agradable

En cada atributo de la ficha de evaluación, el valor numérico se estableció según el punto marcado por el panelista en la escala (Figura 10).

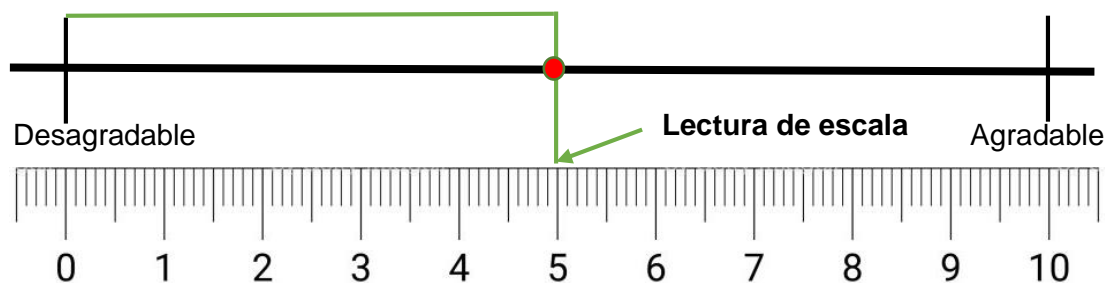


Figura 10. Ejemplo de lectura de escala

Previo al desarrollo de cada evaluación sensorial, se llevó a cabo la limpieza y acondicionamiento de la sala del Centro Cultural; y preparación de muestras.

Se utilizaron vasos descartables para la degustación, se codificaron según el cuadro de códigos establecidos para cada tratamiento (Cuadro 7). Se colocó aproximadamente 30 gramos de ensalada en cada recipiente. A cada panelista se le entregó: una ficha de catación, un lapicero, tres muestras de producto.

3.7. Metodología estadística

3.7.1. Diseño estadístico

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 7) controlando las condiciones de temperatura en el almacenamiento.

Se evaluaron dos combinaciones de conservantes en un producto hortícola de IV gama y la conservación de sus características organolépticas. Se realizaron 14 unidades experimentales de cada tratamiento es decir un total de 42 de las cuales cada dos días se tomó datos de pérdida de agua y pH hasta cumplir 16 días.

Cuadro 7. Componentes de la inmersión.

Tratamientos	Componentes de la inmersión
T1 (SINP1)	SIN CONSERVANTE
T2 (COM1P1)	COMBINACIÓN 1
	<ul style="list-style-type: none"> • Ácido cítrico 0.1% • Cloruro de calcio 1% • Ácido Ascórbico 1%
T3 (COM2P1)	COMBINACIÓN 2
	<ul style="list-style-type: none"> • 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.

3.7.2. 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% ($P \geq 0.05$); 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% ($P \geq 0.05$), para confirmar si hay diferencia significativa entre tratamientos y determinar cuál de los atributos o tiempos está generando esas diferencias.

4. Resultados y discusión

4.1. Análisis exploratorio de la evaluación sensorial para determinar la vida útil del producto

Utilizando el software estadístico Infostat versión estudiantil, se observaron los resultados de los análisis sensoriales, a fin de conocer el comportamiento de los panelistas con respecto a los atributos y los niveles de significancias de los tratamientos.

4.1.1. Análisis del atributo color

Según el análisis de varianzas (Cuadro 8) y prueba de contrastes ortogonales (Cuadro 9) 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 Contrastes 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 8. 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 9. 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 en T2 con ácido cítrico (0.1%), cloruro de calcio (1%), ácido ascórbico (1%) y T3 ácido cítrico (0.1%) cloruro de calcio (1%) ácido peracético (0.008%), 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, pardeamiento del tejido (Figura A-3).

4.1.2. Análisis del atributo olor

Según el análisis de varianzas (Cuadro 10) y prueba de contrastes ortogonales (Cuadro 11) 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-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 10. 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 11. 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

4.1.3. Análisis del atributo sabor

Según el análisis de varianzas (Cuadro 12) y prueba de contrastes ortogonales (Cuadro 13) 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 12. 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 13. 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

4.1.4. Análisis del atributo textura

Según el análisis de varianzas (Cuadro 14) 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 15) 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 14. 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 15. 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

percepción 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.

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

Según la figura 11, 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%.

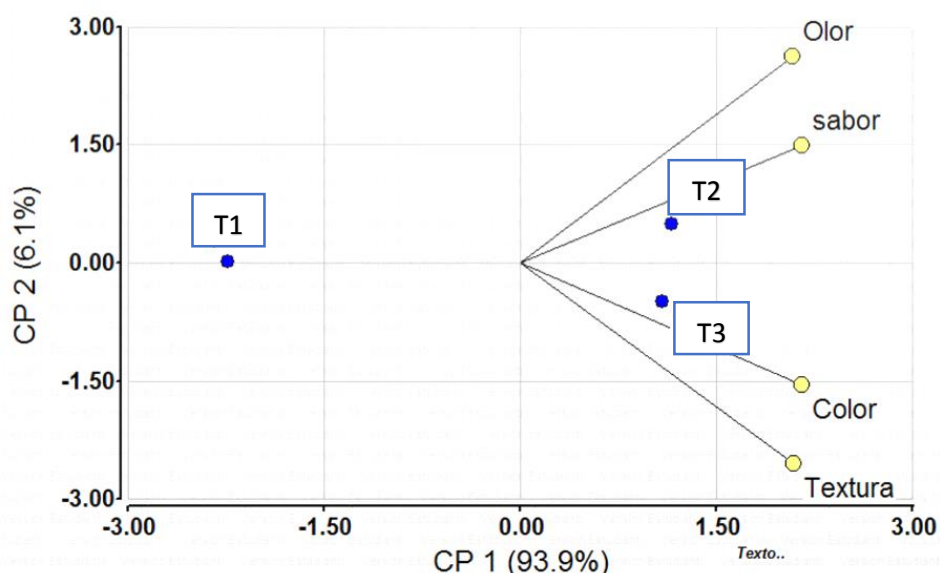


Figura 11. Representación gráfica de atributos sensoriales y panelistas.

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.

4.2. 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 13) 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.

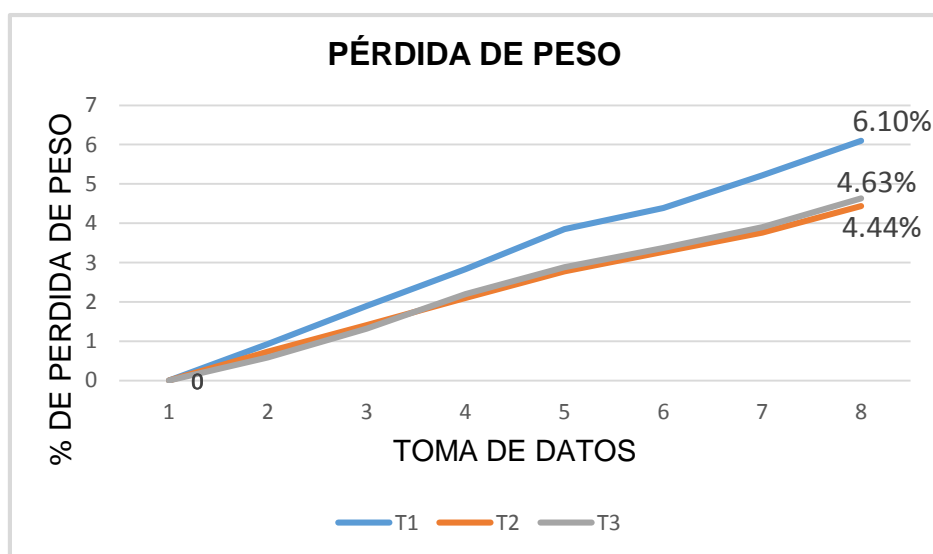


Figura 12. Comportamiento de la pérdida de peso en los tres tratamientos.

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.

En la figura se puede apreciar que las hortalizas del tratamiento 2 que pertenece a la combinación de conservantes 1 con ácido cítrico (0.1%), cloruro de calcio (1%), ácido ascórbico (1%) presentan la menor pérdida porcentual de peso.

La pérdida de peso es un elemento importante a tomar en cuenta, ya que lo provoca la transpiración de la hortaliza y la pérdida de pequeñas cantidades de agua reduce considerablemente su calidad tal como lo expresa Vega (2011).

Al analizar este comportamiento podemos determinar dos cosas, primero que el tejido es altamente perecedero por la pérdida de peso constante que se pudo observar diariamente y segundo que las temperaturas bajas de almacenamiento y combinación de conservantes ayudan a reducir esta pérdida de peso del producto, aunque no logran controlarlas del todo.

4.3. Análisis de pH

Con respecto a los valores promedios de pH (Figura 14) 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.

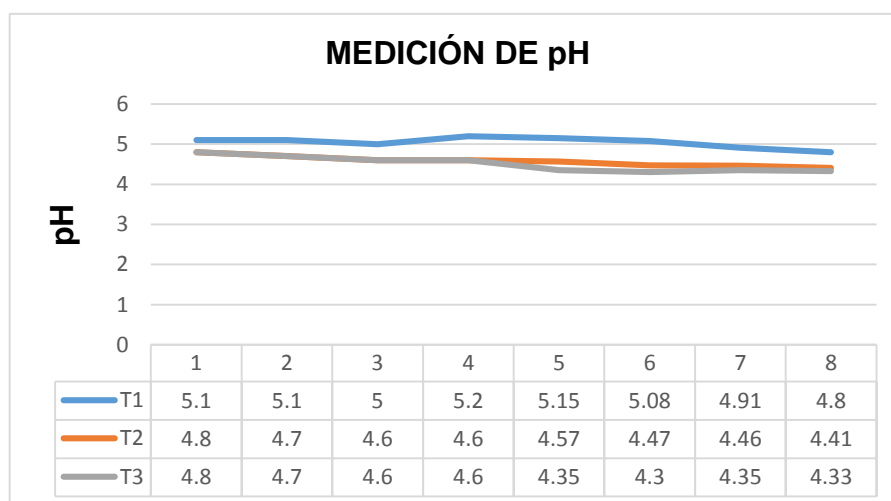


Figura 13. Medición de pH.

4.4. Análisis de temperatura

Control de temperatura durante el almacenamiento de hortalizas mínimamente procesadas.

En la figura 15 se presentan las temperaturas de almacenamiento para los tres tratamientos en estudio durante el período de almacenamiento la cual debía ser $5^{\circ}\text{C} \pm 1$. La temperatura promedio fue de 5°C

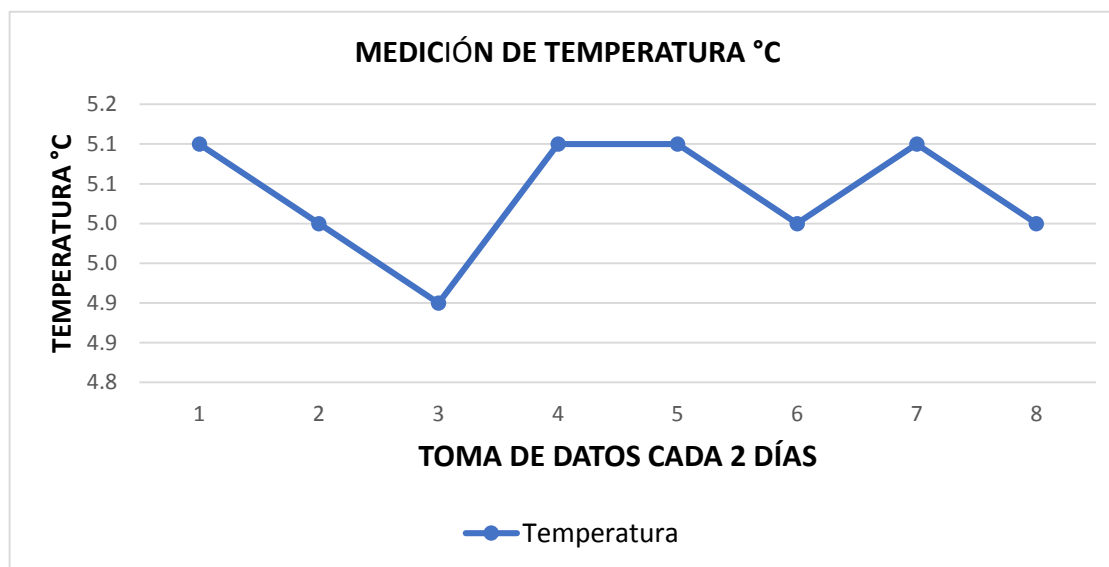


Figura 14. Promedio de temperatura de almacenamiento de producto IV gama.

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.

4.5. Análisis microbiológico

En los resultados del análisis microbiológico se puede observar que las muestras analizadas presentaron ausencia de *Salmonella spp* en 25 g (cuadro 17), coliformes fecales (Cuadro 16) y *Listeria monocytogenes*, (Cuadro 18) (Figura A-6, A-7, A-8), 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 16. 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 17. 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 18. 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*.

El hipoclorito de sodio en el T1 logro eliminar la carga microbiana que las hortalizas traían, sin embargo, este no controla el deterioro del producto por lo cual tuvo un tiempo de vida útil más corto que el T2 y T3 que se les aplicó conservantes.

4.6. Costos de producción

En el cuadro 19 se muestra la comparación de los costos de producción de los tres tratamientos, basados en la producción de 42 bandejas de producto hortícola de IV gama. A los tratamientos que incluyen la adición de las dos combinaciones de conservantes se les sumó el costo de la cantidad requerida.

El costo de producción de un producto hortícola IV gama fue de \$0.91 por bandeja con 200 gramos, sin la adición de conservantes; comparando este resultado con los costos al adicionar las combinaciones de conservantes, se observó un aumento en los costos de \$0.64 para el tratamiento 2 y \$0.29 para el tratamiento 3.

Al comparar el precio de producción de una bandeja de un súper mercado que es de \$1.75, con el precio de producción de las bandejas con combinaciones de conservantes en estudio los costos se reducen, siendo el precio para el tratamiento 2 por bandeja de \$1.55 y para el tratamiento 3 de \$1.20 además de que se logra un producto que mantenga sus características físicas, químicas y microbiológicas además de alargar la vida de anaquel por 15 días.

Cuadro 19. Resumen de costo variables.

Insumos	Unidad	costo Unitario (\$)	Cantidad (14 bandejas)	Tratamientos		
				T1	T2	T3
Zanahoria	Kg	1.10	1.36 kg	1.5	1.5	1.5
Tomate	Kg	2.20	1.36 kg	3	3	3
Lechuga	Kg	3.30	1.36 kg	4.5	4.5	4.5
Cebolla	Kg	1	1.00 kg	1	1	1
Ácido cítrico	Kg	52.5	0.01 kg	-	0.525	0.525
Cloruro de calcio	Kg	47.5	0.07 kg	-	3.325	3.325
Ácido ascórbico	Kg	73.5	70	-	5.145	-
Ácido peracético	Kg	26.78	0.0056	-	-	0.15
Bandejas	Unidad	0.2	14	2.8	2.8	2.8
Total				12.8	21.72	16.8

El uso de las combinaciones de conservantes eleva los costos de un producto IV gama, siendo este un factor a considerar al momento de realizar la formulación. Pero se debe tomar en cuenta que las hortalizas al ser llevadas a un proceso de manipulación o troceado estas se oxidan más rápido, su textura comienza a cambiar además de perder su color es por ello la importancia de estos conservantes ya que ayudan a alargar la vida y mejorar sus características organolépticas. Es importante recalcar que de los tratamientos que tuvieron mejores resultados en vida de anaquel el tratamiento 3 es más económico.

5. 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.

6. 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.

7. Bibliografía

- Aguerri I. 2014. Análisis de la situación actual del consumo de productos de iv gama en pamplona (en línea). Consultado 08 mar 2019. Disponible en <http://academicae.unavarra.es/bitstream/handle/2454/15402/629258.pdf?sequence=1> Alexandre
- Aguiló I. y Viñas I. 2017. Tendencias en el sector de la transformación de frutas y hortalizas (en línea). Consultado 08 mar. 2019. Disponible en https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/160729_tendencias_en_el_sector_de_l?e=8490508/58236338
- Álvarez, P; Avila, M. 2016. Desarrollo de productos hortícolas (zanahoria y apio) de cuarta gama, evaluando tres tipos de atmósferas 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>
- Bermúdez M. 2017. Análisis de varianza. 15 p.
- Bernal S. 2007. Mejoramiento del proceso de empaque de los productos en polvo (en línea). Consultado 9 mayo 2019. Disponible en <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/Tesis220.pdf>
- Braverman, J. 1980. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Barcelona, Omega. 355 p.
- Bueno Cortes, M.s.f. aditivos antioxidantes (en línea). Consultado 29 de jun 2019. Disponible en <https://biosalud.org/archivos/divisiones/4aditivos%20antioxidantes.pdf>

- Candela M. 2017. IV gama frutas y hortalizas mínimamente procesadas, congeladas, industrializadas. Tendencias y gastronomía (en línea). España. Consultado 24 de mayo 2019. Disponible en https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/info_iv_gama_2016
- Cheftel, J.C. y Cheftel, H. 1983. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Zaragoza, Acribia. Vol 1. 333p.
- FAO. 1987. Las frutas y hortalizas frescas como productos perecibles (en línea). Consultado 26 de jun 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/x5055s/x5055S02.htm#1>. Las frutas y hortalizas frescas como productos perecibles
- 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=IwAR0VMg3EEh897elulnwloUpdu4gYgb4CFuIX9f-ZHxZJGUo5Nm9kPgTiSPc>
- FUNIBERO (Fundación Universitaria Iberoamericana). 2017. Composición nutricional. Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos (en línea). Consultado 26 Jun. 2019. Disponible en <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/buscar.php>
- 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

- González C. 2006. Rastreabilidad de hortalizas para determinar su inocuidad biológica (en línea). Consultado 10 mar. 2019. Disponible en <http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/684/2/13100167T.pdf>
- Ibarzabal U. s. f. IV gama: hortalizas para los nuevos tiempos (en línea). Consultado 10 jul. 2019. Disponible en http://www.euskadi.eus/contenidos/boletin_revista/sustrai_75/es_agripes/adjuntos/75_42_47_c.pdf
- León J. 2007. Nuevas demandas de consumo de frutas y hortalizas: productos de IV Gama (en línea). Consultado 17 mayo 2019. Disponible en <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/189-mayo-2007/nuevas-demandas-de-consumo-de-frutas-y-hortalizas-productos-de-iv-gama-tradicion-pura-embolsada-y-lista-para-el-consumo>
- 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>
- MIDIA (La Red MIDIA). 2017. Aditivos en alimentos procesados ¿Benéficos o dañinos para nuestra salud? (en línea). Consultado 20 oct. 2020. Disponible en <https://redmidia.com/alimentos/aditivos-alimentos-procesados-beneficos-daninos-para-nuestra-salud/>
- 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
- Moretti C. 2007. Manual de procesamiento mínimo de frutas y hortalizas (en línea). Consultado 17 de mayo 2019. Disponible en https://www.academia.edu/34276592/Manual_de_Processamento_Minimo_de_Frutas_e_Hortalizas
- 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>

- ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias) .2014. IV Gama, una industria alimentaria en crecimiento (en línea). Consultado 06 mar 2019. Disponible en <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/12/AgroindustrialIVGama.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>
- Pochteca. 2015. Secuestrantes o agentes quelantes (en línea). Consultado 29 de jun 2019. Disponible en <https://www.pochteca.com.mx/secuestrantes-o-agentes-quelantes/>
- Roc L. 2014. Evaluación y determinación de vida de anaquel (en línea). Consultado 27 jul 2019. Disponible en <https://www.synergy-biotech.com/evaluacion-y-determinacion-de-vida-de-anaquel.php>
- 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>
- Rodríguez M. 2007. Evaluación de la Capacidad Frigorífica para el Almacenamiento de Manzana en la Región de Arteaga, Coahuila (en línea). Consultado 15 jul. 2019. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5174/T00601%20RODRIGUEZ%20CAYETANO,%20MARIA%20TERESA%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
- RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano) 67.04.50:08 .2009. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. 36 p.
- 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
- Trevor V. 2013. Calidad poscosecha en frutas y hortalizas (en línea). Consultado 27 jul 2019. Disponible en <http://www.tecnicoagricola.es/etiqueta/tasa-de-respiracion/>

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>

Viñas, I. 2016. Aspectos microbiológicos relacionados con el procesado de frutas y hortalizas (en línea). Consultado 19 mar. 2019. Disponible en https://ruralcat.gencat.cat/c/document_library/get_file?uuid=32c63b0f-75d7-420b-b7da-53667e33fe04&groupId=20181

8. Anexos

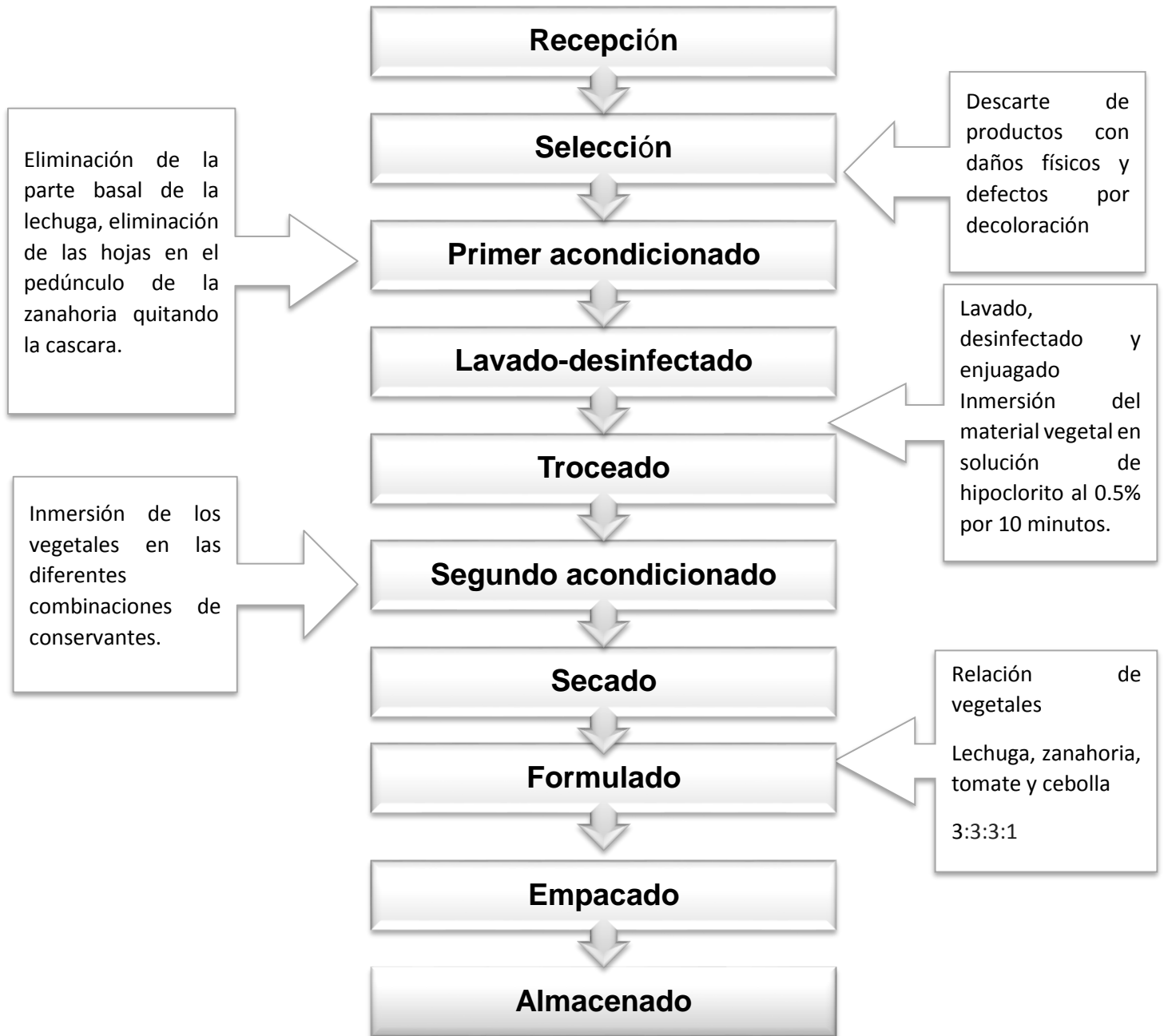


Figura A- 1. Esquema para elaboración de productos de IV gama.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÓNOMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**



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.

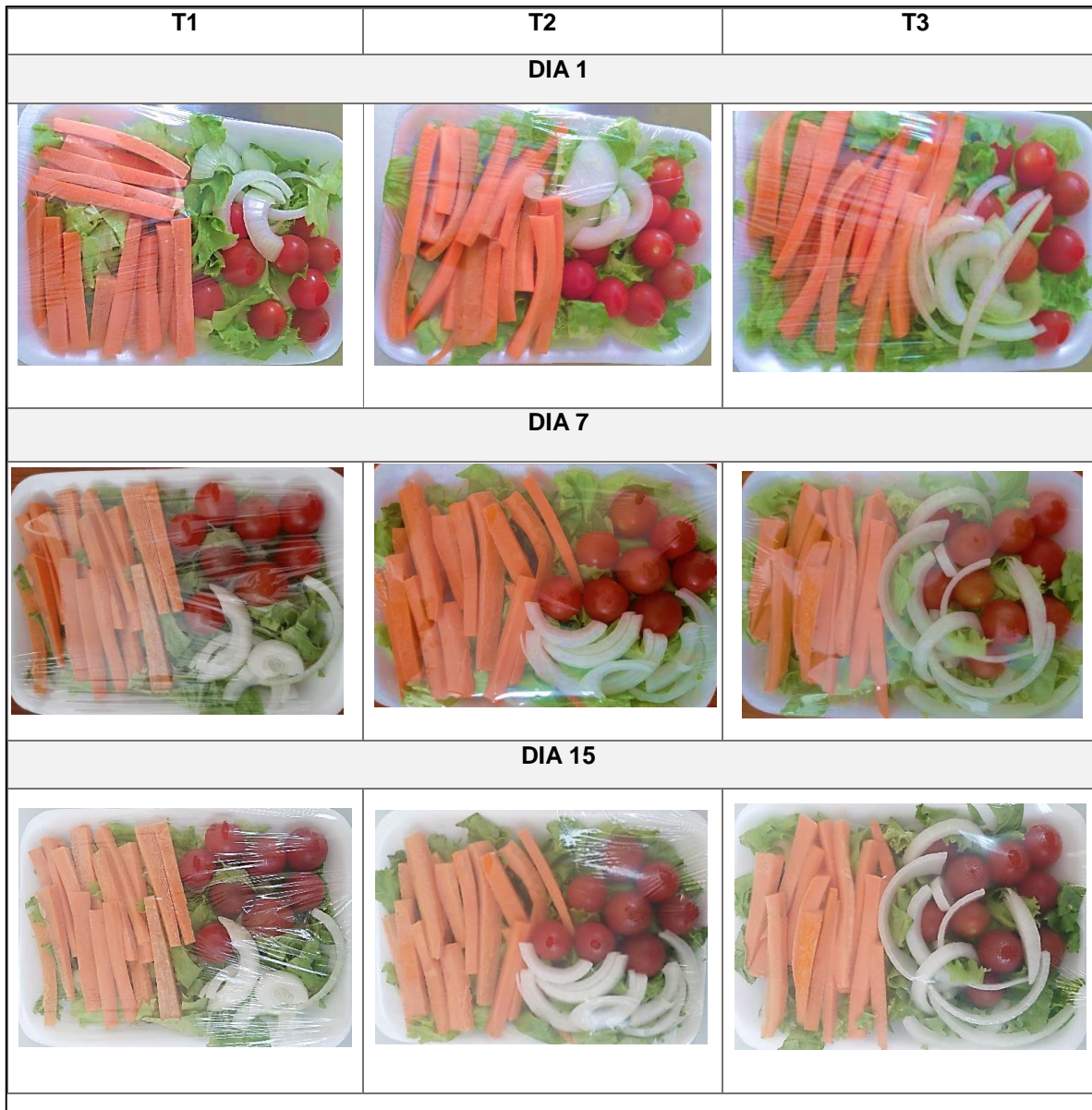


Figura A- 3. Comparación de cambio de color en almacenamiento.

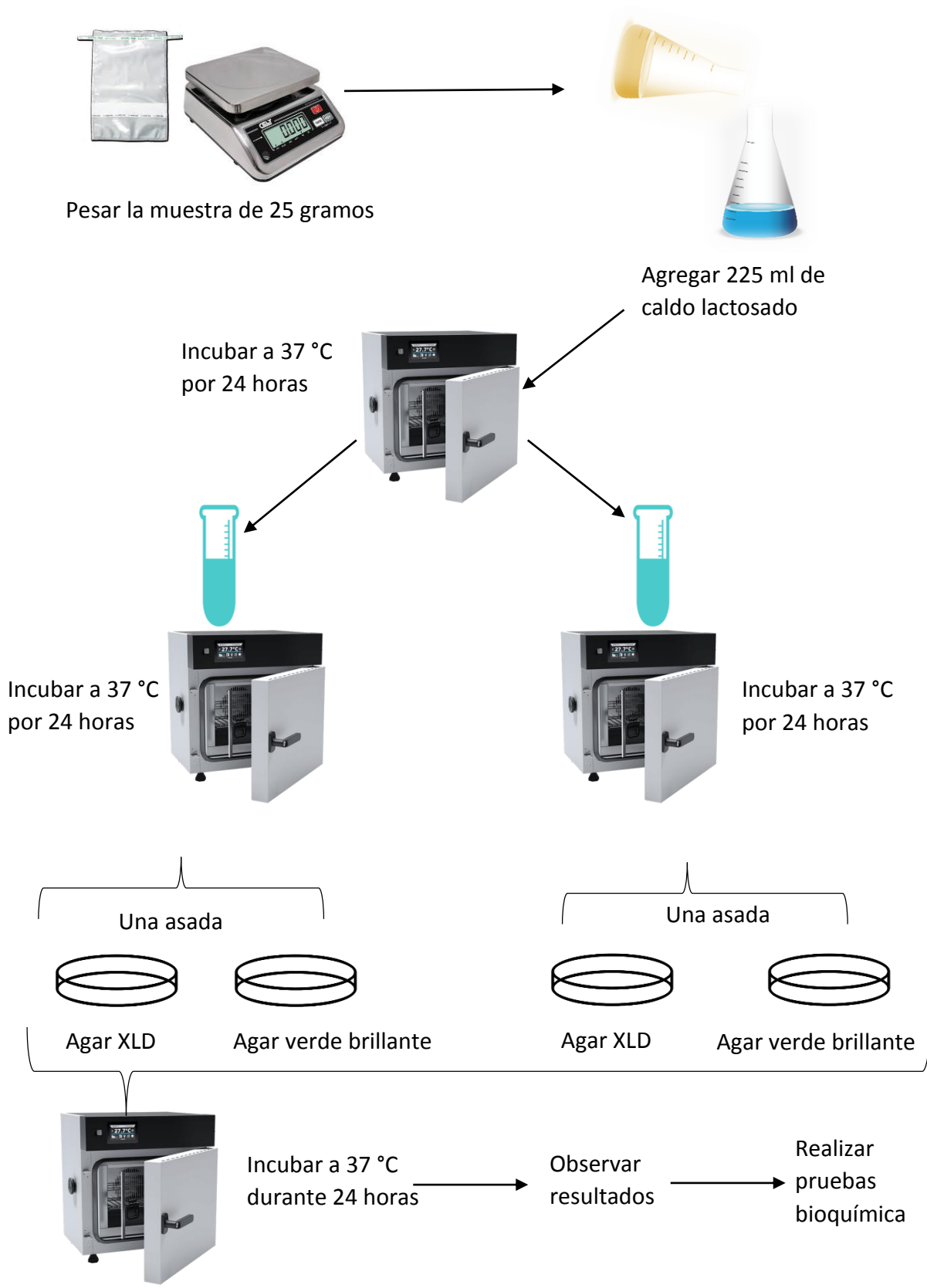


Figura A- 4. Procedimiento para determinar *Salmonella*.

Determinación de *Salmonella ssp.*

- Pesar 25 gr de la muestra, en 225 ml de agua peptonada contenido en un erlenmeyer. Esta será dilución 10^{-1} .
- Partiendo de la dilución 10^{-1} pipetear 1 ml a un tubo con Caldo Lactosado y 1 ml a un tubo con Caldo Rappaport. Esto como un preenriquecimiento.
- Incubar a 35°C por 24 horas el Caldo Lactosado y a 42°C por 24 horas el Caldo Rappaport.
- Tomar de cada tubo una asada y estriar en dos cajas de Petri con Agar XLD y dos con Agar Sulfito Bismuto. Esto como prueba confirmativa.
- Incubar a 35°C por 24 horas.
- Determinar la presencia o ausencia de *Salmonella spp.* mediante la observación de colonias características en las placas. Colonias de color rojo con o sin centro negro en Agar XLD. Colonias negras o verdosas, algunas veces con brillo metálico, con o sin ennegrecimiento del medio de cultivo rodeante, en Agar Sulfito Bismuto.
- Realizar pruebas bioquímicas (TSI, MIO, Indol) para confirmar los resultados sean positivos.

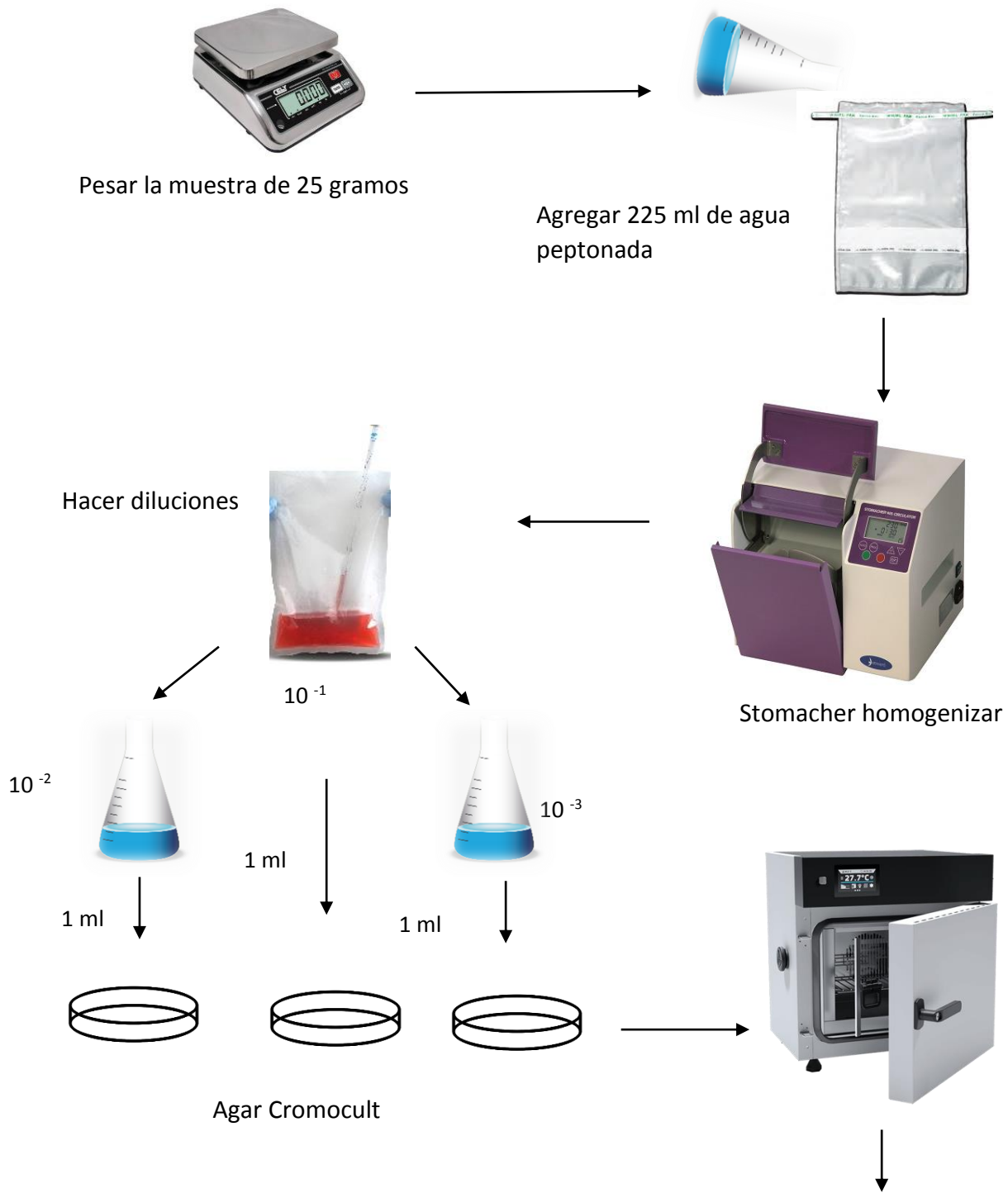


Figura A- 5. Procedimiento para Recuento de *Escherichia coli*.

Recuento de *Escherichia coli*

- Pesar 25 gr de la muestra en bolsa para stomacher, agregarle 225 ml de agua peptonada buferada, agitar con stomacher a 260 rpm durante dos minutos. Esta será la dilución 10^{-1} .
- Partiendo de dilución anterior se realizarán dos diluciones más hasta la 10^{-3} .
- Pipetear 1 ml de cada dilución y depositar en placas 3M™ Petrifilm™. por duplicado.
- Incubar de 24 a 48 horas a 37°C.
- Observar resultados: Resultado positivo para *Escherichia coli*: Colonias moradas.
- Realizar recuentos numéricos



Laboratorio Especializado en Control de Calidad

ESEBESA, S.A. DE C.V.

No. de Inscripción 357

Calle San Antonio Abad, No. 1965. San Salvador, El Salvador, C.A.
 PBX: (503) 2525-0200 FAX: 2525-0222 • www.lecc.com.sv • E-mail: info@lecc.com.sv

INFORME DE ANÁLISIS

PROCEDENCIA: BRENDA SARAI PEREZ	CONTROL: AL-002-312
MUESTRA: ENSALADA HORTICOLA BOTO	LOTE: NO DECLARA
	VENCIMIENTO: NO DISPONIBLE
	INGRESO: 27-FEB-2020
	MUESTREÓ: CLIENTE
	EMISIÓN: 04-MAR-2020

DETERMINACIÓN	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS
Detección e Identificación de <i>Listeria monocytogenes</i> *	Ausencia/25g	Ausencia/25g
Referencia: Bacteriological Analytical Manual On Line, Capítulo 10. Marzo, 2017		
Método: Medio Diferencial		
Fecha final de análisis: 02-mar-2020		

ESPECIFICACIÓN SEGÚN: RTCA 67.04.50:17 ALIMENTOS. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS

El informe corresponde a la muestra remitida y ensayada


 Lic. Oscar David Guzmán Julián
 Dir. Integración Técnica-Administrativa

Lic. Oscar David Guzmán Julián
 QUÍMICO FARMACÉUTICO
 Insc. JVFQF No. 1810

República de El Salvador
 D N M
 LABORATORIO ESPECIALIZADO
 EN CONTROL DE CALIDAD LECC
 No. Inscrip. 357
 Prop. SOCIEDAD ESEBESA, S.A. DE C.V.
 SAN SALVADOR - SAN SALVADOR

* PRUEBAS ACREDITADAS BAJO NORMA ISO 17025 VIGENTE



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA POR LA DIRECCIÓN DE LECC
 EL INFORME NO ES VALIDO SIN EL SELLO SECO DE LECC

Pag: 1 de 1

Figura A- 6. Informe de resultados para determinación *Listeria monocytogenes* (T1).


Laboratorio Especializado en Control de Calidad

ESEBESA, S.A. DE C.V.

No. de Inscripción 357

 Calle San Antonio Abad, No. 1965. San Salvador, El Salvador, C.A.
 PBX: (503) 2525-0200 FAX: 2525-0222 • www.lecc.com.sv • E-mail: info@lecc.com.sv

INFORME DE ANÁLISIS

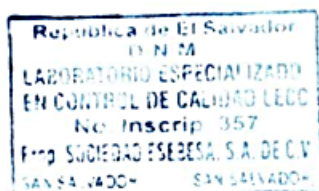
PROCEDENCIA: BRENDA SARAI PEREZ	CONTROL: AL-002-313
MUESTRA: ENSALADA HORTICOLA B1T1	LOTE: NO DECLARA
	VENCIMIENTO: NO DISPONIBLE
	INGRESO: 27-FEB-2020
	MUESTREO: CLIENTE
	EMISIÓN: 04-MAR-2020

DETERMINACIÓN	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS
Detección e Identificación de <i>Listeria monocytogenes</i> *	Ausencia/25g	Ausencia/25g

El informe corresponde a la muestra remitida y ensayada



Lic. Oscar David Guzmán Julián
Dir. Integración Técnica-Administrativa



* PRUEBAS ACREDITADAS BAJO NORMA ISO 17025 VIGENTE


 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA POR LA DIRECCIÓN DE LECC
 EL INFORME NO ES VALIDO SIN EL SELLO SECO DE LECC

Pag: 1 de 1

 Figura A- 7. Informe de resultados para determinación *Listeria monocytogenes* (T2).



Laboratorio Especializado en Control de Calidad

ESEBESA, S.A. DE C.V.
No. de Inscripción 357

Calle San Antonio Abad, No. 1965. San Salvador, El Salvador, C.A.
PBX: (503) 2525-0200 FAX: 2525-0222 • www.lecc.com.sv • E-mail: info@lecc.com.sv

INFORME DE ANÁLISIS

PROCEDENCIA: BRENDA SARAI PEREZ	CONTROL: AL-002-313
MUESTRA: ENSALADA HORTICOLA B2T2	LOTE: NO DECLARA
	VENCIMIENTO: NO DISPONIBLE
	INGRESO: 27-FEB-2020
	MUESTREÓ: CLIENTE
	EMISIÓN: 04-MAR-2020

DETERMINACIÓN	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS
Detección e Identificación de <i>Listeria monocytogenes</i> *	Ausencia/25g	Ausencia/25g
Referencia: Bacteriological Analytical Manual On Line, Capítulo 10. Marzo, 2017		
Método: Medio Diferencial		
Fecha final de análisis: 02-mar-2020		

ESPECIFICACIÓN SEGÚN: RTCA 67.04.50:17 ALIMENTOS. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS

El informe corresponde a la muestra remitida y ensayada


Lic. Oscar David Guzmán Julián
Dir. Integración Técnica-Administrativa

Lic. Oscar David Guzmán Julián
QUÍMICO FARMACÉUTICO
Insc. JVPQF No. 1810

Republica de El Salvador
D N M
LABORATORIO ESPECIALIZADO
EN CONTROL DE CALIDAD LECC
No. Insc. 357
Prop. SOCIEDAD ESEBESA, S.A. DE C.V.
SAN SALVADOR SAN SALVADOR

* PRUEBAS ACREDITADAS BAJO NORMA ISO 17025 VIGENTE



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA POR LA DIRECCIÓN DE LECC
EL INFORME NO ES VALIDO SIN EL SELLO SECO DE LECC

Pag: 1 de 1

Figura A- 8. Informe de resultados para determinación *Listeria monocytogenes* (T3).