



Universidad  
Nacional  
de Loja



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS**  
**NATURALES RENOVABLES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA ZANAHORIA  
APLICANDO TRES DESINFECTANTES DIFERENTES,  
EN LA PARROQUIA CHUQUIRIBAMBA, CANTÓN Y  
PROVINCIA DE LOJA.

*Tesis previa a la obtención del  
título de Ingeniera Agrícola.*

**AUTORA:**

*Verónica Cristina Rojas Paccha*

**DIRECTOR:**

*Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval, Ph.D.*

LOJA – ECUADOR

2019

## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Wilson Rolando Sandoval Ph.D.

**DOCENTE DE LA FACULTAD AGROPECUARIA DE RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.**

### **CERTIFICA:**

En calidad de director de la tesis titulada **“EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA ZANAHORIA APLICANDO TRES DESINFECTANTES DIFERENTES, EN LA PARROQUIA CHUQUIRIBAMBA, CANTÓN Y PROVINCIA DE LOJA”**, de la autoría de la señorita egresada de la carrera de Ingeniería Agrícola Verónica Cristina Rojas Paccha, ha concluido de acuerdo al cronograma aprobado y autorizo se continúe con el trámite de graduación.

Loja, 10 de diciembre de 2019



Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval Ph. D

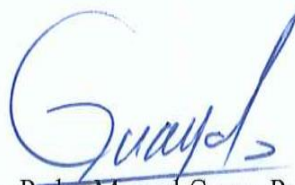
**DIRECTOR DE TESIS**

## CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

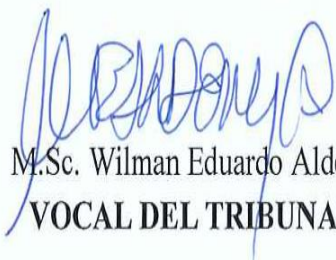
El tribunal calificador de la tesis, **EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA ZANAHORIA APLICANDO TRES DESINFECTANTES DIFERENTES, EN LA PARROQUIA CHUQUIRIBAMBA, CANTÓN Y PROVINCIA DE LOJA**, de autoría de la señorita Verónica Cristina Rojas Paccha, egresada de la Carrera de Ingeniería Agrícola, certificamos que se ha incorporado al trabajo final de tesis, las sugerencias respectivas. Por lo que autorizamos la impresión y publicación.

Loja, enero del 2020

Atentamente;



M.Sc. Pedro Manuel Guaya Pauta  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



M.Sc. Wilman Eduardo Aldeán  
**VOCAL DEL TRIBUNAL**



M.Sc. Nohemí del Carmen Jumbo  
**VOCAL DEL TRIBUNAL**

## AUTORÍA

Yo, Verónica Cristina Rojas Paccha, declaro ser la autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional- Biblioteca Virtual.

**Autora:** Verónica Cristina Rojas Paccha

**Firma:** .....

**Cédula:** 1105108383

**Fecha:** Loja, enero 2020

## **CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Verónica Cristina Rojas Paccha, declaro ser la autora de la tesis titulada: “EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA ZANAHORIA APLICANDO TRES DESINFECTANTES DIFERENTES, EN LA PARROQUIA CHUQUIRIBAMBA, CANTÓN Y PROVINCIA DE LOJA”, como requisito para optar al grado de Ingeniería Agrícola , autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestra al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Digital Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los nueve días del mes de enero del dos mil veinte, firma la autora:

**Firma:** .....



**Autora:** Verónica Cristina Rojas Paccha

**Cédula:** 1105108383

**Dirección:** Calle Paris y Vía Nueva a Zamora

**Correo electrónico:** veritorp1995@hotmail.com

**Celular:** 0986734469

### **DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de Tesis:** Ph.D. Wilson Rolando Chalco Sandoval

**Tribunal de Grado:** M.Sc. Pedro Manuel Guaya Pauta.

M.Sc. Wilman Eduardo Aldeán Guamán

M.Sc. Nohemí del Carmen Jumbo Benítez.

## DEDICATORIA

A Dios, por dar la fortaleza, valentía, paciencia y salud para llegar por haber permitido llegar a cumplir esta meta trazada.

A mi esposo, David Enríquez por ser el pilar fundamental de vida, por ser la persona que más confió en mí y me apoyo durante mi vida académica, gracias a ti estoy cumpliendo con mis objetivos planificados.

A mi hija Arianita, por ser mi motivación, la persona más hermosa y valiosa que tengo en mi vida, gracias a ti mi cielo aprendí lo que significa el verdadero amor que tiene una madre por su hija, espero que cuando crezcas te sientas orgullosa de mi. Te amo mucho mi princesa.

A mis padres, Mauro Rojas y Delia Paccha, quiero agradecerles por haberme dado la vida, por confiar en mí, por brindarme el mejor ejemplo, por sus consejos, por su sabiduría, por el amor que me brindan siempre, gracias por ser la razón de mi vida,

A mis suegros, especialmente a mi suegra Mónica Aguilar por ser una mujer maravillosa, que siempre me brindó su apoyo y confianza.

A mis abuelos y hermanos, por brindarme sus consejos y su apoyo en todas las etapas de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por brindarme sabiduría, salud, paciencia y especialmente fe para alcanzar las metas trazadas al inicio de mis estudios, gracias por bendecirme siempre en mis momentos difíciles.

A mis seres queridos, quienes confiaron y me apoyaron de manera incondicional durante este tiempo de mi vida académica.

A la Universidad Nacional de Loja por darme la oportunidad de formarme como futura profesional en esta distinguida institución, así mismo a la planta docente de la Carrera de Ingeniería Agrícola que día a día velaron por nuestro porvenir.

A mi director de tesis Ing. Wilson Chalco, por su confianza, motivación, amistad y sobre todo por brindarme su tiempo y conocimientos necesarios para elaborar el trabajo de tesis. Sin su apoyo y comprensión no hubiese sido posible culminar esta investigación.

A la ingeniera Beatriz por su tiempo, colaboración, apoyo y conocimiento para la ejecución de la fase de laboratorio.

A mi amigo José Narváez por haber brindado su amistad incondicional durante estos cinco años.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS .....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	iii
AUTORÍA.....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN .....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. Generalidades de la zanahoria (Daucus carota L.) .....	3
2.1.1. Taxonomía .....	3
2.1.2. Composición química y nutricional.....	3
2.2. Producción .....	4
2.3. Poscosecha .....	5
2.3.1. Poscosecha de hortalizas .....	6
2.3.2. Poscosecha de la zanahoria .....	6
2.3.2.1. Selección. ....	6
2.3.2.2. Lavado. ....	7
2.3.2.3. Desinfección.....	7
2.3.2.3.1. Hipoclorito de sodio.....	8
2.3.2.3.2. Ozono.....	9
2.3.2.3.3. Aceite esencial.....	10



2.3.2.4.	Parámetros óptimos de desinfección. ....	11
2.3.2.5.	Tratamientos de la desinfección. ....	11
2.3.2.6.	Escaldado. ....	12
2.3.2.7.	Inmersión de aditivos. ....	12
2.3.2.8.	Ecurrido y secado. ....	13
2.3.2.9.	Envasado. ....	13
2.3.2.9.1.	Polipropileno biorientado. ....	14
2.3.2.9.2.	Polietileno de baja densidad. ....	14
2.3.2.9.3.	Polipropileno sellable. ....	15
2.3.2.10.	Refrigeración. ....	15
2.3.2.10.1.	Daños por frío. ....	16
2.4.	Vida útil. ....	17
2.5.	Calidad. ....	18
2.6.	Análisis de calidad de los alimentos. ....	18
2.6.1.	Análisis físico –químicos. ....	18
2.6.1.1.	Determinación de humedad total. ....	19
2.6.1.1.1.	Método por secado. ....	19
2.6.1.2.	Determinación de proteína. ....	19
2.6.1.2.1.	Método de Kjeldahl. ....	19
2.6.1.3.	Determinación de fibra cruda. ....	20
2.6.1.4.	Determinación de cenizas totales. ....	21
2.6.2.	Análisis organolépticos. ....	22
2.6.2.1.	Color. ....	23
2.6.2.2.	Sabor. ....	23
2.6.2.3.	Textura. ....	24

2.6.3.	Análisis microbiológicos.....	24
2.6.3.1.	Microorganismos indicadores de la industria de alimentos.....	25
2.6.3.1.1.	Coliformes totales. ....	25
2.6.3.1.2.	Escherichia coli. ....	25
2.6.3.1.3.	Mohos y levaduras. ....	25
2.6.3.2.	Métodos rápidos para el recuento de microorganismos.....	26
2.6.3.2.1.	Placas petrifilm para el recuento de E. coli/Coliformes.....	27
2.6.3.2.2.	Placas petrifilm para el recuento rápido de mohos y levaduras. ....	27
2.7.	Costos variables. ....	28
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1.	Localización.....	29
3.2.	Materiales.....	31
3.2.1.	Equipos y materiales de laboratorio. ....	31
3.2.2.	Reactivos de laboratorio.....	31
3.2.3.	Insumos.....	31
3.2.4.	Materiales y equipos de oficina.....	32
3.3.	Análisis estadístico.....	32
3.4.	Metodología para el primer objetivo.....	32
3.4.1.	Definición de la variedad de zanahoria a utilizar.....	32
3.4.2.	Pruebas preliminares de tipo y concentración de desinfectantes. ....	32
3.4.2.1.	Selección de la materia prima.....	35
3.4.2.2.	Prelavado.....	35
3.4.2.3.	Pelado y corte. ....	35
3.4.2.4.	Lavado. ....	35
3.4.2.5.	Desinfección. ....	35

3.4.2.5.1. Hipoclorito de sodio.....	35
3.4.2.5.2. Aceite de orégano y tomillo.....	36
3.4.2.5.3. Ozono.....	37
3.4.2.6. Escaldado .....	38
3.4.2.7. Escurrido. ....	39
3.4.2.8. Secado.....	39
3.4.2.9. Envasado. ....	39
3.4.2.10. Almacenamiento. ....	39
3.4.3. Definición de los tratamientos en función del tipo y concentración de desinfectante para pruebas definitivas. ....	40
3.4.4. Análisis organoléptico, físico-químico y microbiológico de las pruebas de definitivas.....	40
3.4.4.1. Análisis organolépticos. ....	40
3.4.4.2. Análisis físico-químico. ....	41
3.4.4.2.1. Porcentaje de humedad.....	41
3.4.4.2.2. Determinación de cenizas. ....	41
3.4.4.2.3. Determinación de proteína. ....	42
3.4.4.2.4. Determinación de fibra. ....	42
3.4.4.2.5. Determinación de carbohidratos. ....	42
3.4.4.3. Análisis microbiológico. ....	42
3.4. Metodología para el segundo objetivo .....	43
3.4.1. Definición del tiempo de vida útil del producto en función de los análisis físico-químicos microbiológico y organoléptico.....	43
3.5. Metodología para el tercer objetivo .....	43
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	44

4.1.	Establecimiento los parámetros óptimos de desinfección considerando las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas de la zanahoria cortada .....	44
4.1.1.	Definición de la variedad de zanahoria a utilizar.....	44
4.1.2.	Resultados de las pruebas preliminares de tipo y concentración de desinfectantes.....	44
4.1.3.	Definición de los tratamientos en función del tipo y concentración de desinfectante para pruebas definitivas .....	46
4.1.4.	Resultados del análisis organoléptico, físico-químico y microbiológico de las pruebas definitivas.....	47
4.1.4.1.	Resultados del análisis organoléptico.....	47
4.1.4.2.	Resultados del análisis físico – químico. ....	50
4.1.4.3.	Resultados del análisis microbiológico .....	52
4.2.	Determinación del mejor tratamiento de desinfección en función de los cambios físico-químicos, organolépticos y microbiológicos .....	57
4.2.1.	Evaluación de los resultados de los análisis físico-químico, organoléptico y microbiológico de los tratamientos definitivos. ....	57
4.2.2.	Definición de la vida útil de los tratamientos.....	57
4.2.3.	Establecimiento de los parámetros óptimos de desinfección para zanahoria cortada en cubitos y envasada.....	58
4.3.	Resultados considerando la vida útil del producto, los parámetros óptimos de desinfección y los costos variables de producción.....	58
4.4.	Resultados de los costos variables de producción del mejor tratamiento .....	59
5.	CONCLUSIONES.....	60
6.	RECOMENDACIONES .....	61
7.	BIBLIOGRAFÍA .....	62
8.	ANEXOS .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tablas</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Composición química y nutricional de la zanahoria.....	4
Tabla 2. Escala hedónica de cinco puntos.....	23
Tabla 3. Tratamientos en la etapa de desinfección de la zanahoria en cubitos.....	33
Tabla 4. Volumen de cloro comercial a disolver en 500 ml de agua.....	36
Tabla 5. Volumen de aceite esencial de orégano y tomillo a disolver en 500 ml de agua.....	37
Tabla 6. Concentración y tiempo de desinfección con ozono.....	38
Tabla 7. Escala hedónica utilizada para la evaluación organoléptica.....	41
Tabla 8. Resultados de los tratamientos preliminares de la evaluación organoléptica con respecto al tiempo de almacenamiento de la zanahoria cortada en cubitos y envasada.....	44
Tabla 9. Tratamientos definitivos de desinfectantes vs concentraciones .....	47
Tabla 10. Resultados del análisis organoléptico y tiempo de almacenamiento de los tratamientos definitivos de zanahoria cortada en cubitos y envasada. ....	48
Tabla 11. Resultados del análisis físico- químico de las pruebas definitivas en relación al tiempo inicial y final de almacenamiento .....	51
Tabla 12. Resultados del análisis microbiológico de las pruebas definitivas en relación con el tiempo inicial y final de almacenamiento .....	53
Tabla 13. Resultados considerando la vida útil del producto, los parámetros óptimos de desinfección y los costos variables de producción.....	58
Tabla 14. Resultados de los costos variables de producción del mejor tratamiento.....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Zanahoria ( <i>Daucus carota</i> L.). .....	3
Figura 2. Producción de zanahoria a nivel nacional.. .....	5
Figura 3. Selección de la zanahoria fresca. ....	7
Figura 4. Lavado manual de la zanahoria.. .....	7
Figura 5. Hipoclorito de sodio o cloro comercial. ....	8
Figura 6. Aceite de orégano. ....	10
Figura 7. Escaldado de la zanahoria. ....	12
Figura 8. Polipropileno biorientado. ....	14
Figura 9. Polietileno de baja densidad.. .....	15
Figura 10. Polipropileno sellable. ....	15
Figura 11. Alteración del color de la zanahoria.. .....	17
Figura 12. Determinación de fibra cruda .....	21
Figura 13. Determinación de cenizas totales .....	22
Figura 14. Diseño de Placa Petrifilm .....	26
Figura 15. Placas petrifilm para el recuento de <i>E. coli</i> /coliformes. ....	27
Figura 16. Placa Petrifilm para el recuento rápido de mohos y levaduras.....	28
Figura 17. Mapa de ubicación de la parroquia Chuquiribamba.....	29
Figura 18. Mapa de ubicación de la matriz de la Universidad Nacional de Loja .....	30
Figura 19. Diagrama de flujo del manejo poscosecha de la zanahoria cortada en cubitos.....	34
Figura 20. Fórmula para determinar la cantidad de hipoclorito de sodio .....	36
Figura 21. Fórmula para determinar la cantidad de aceite de orégano .....	37
Figura 22. Fórmula para determinar la concentración de ozono .....	38
Figura 23. Fórmula para determinar la cantidad de ácido cítrico .....	39
Figura 24. Fórmula para determinar el porcentaje de cenizas .....	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexos</b>	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Norma de calidad de la zanahoria .....	72
Anexo 2. Cálculos del volumen a disolver de hipoclorito de en 500 ml a concentración de 100, 150 y 200 ppm. ....	73
Anexo 3. Cálculos del volumen a disolver de aceite de orégano en 500 ml de agua a concentración de 30,60 y 80 ppm.....	74
Anexo 4. Fórmula para determinar la concentración de ozono en un tiempo de desinfección de 5 y 10 minutos.....	75
Anexo 5. Cálculos para determinar la cantidad de ácido cítrico a disolver en 500 ml de agua....	75
Anexo 6. Protocolo para determinación del porcentaje de humedad de la zanahoria cortada.....	76
Anexo 7. Protocolo para determinación de proteína en zanahoria cortada.....	79
Anexo 8. Protocolo para determinación de fibra en zanahoria cortada. ....	81
Anexo 9. Procedimiento para la preparación, homogenización y dilución de las muestras para análisis microbiológico.....	83
Anexo 10. Siembra, incubación y recuento de microorganismos de acuerdo al protocolo para coliformes/ E. coli .....	84
Anexo 11. Siembra, incubación y recuento de microorganismos de acuerdo al protocolo para mohos y levaduras .....	85
Anexo 12. Tratamiento poscosecha de la zanahoria.....	86
Anexo 13. Hoja de evaluación para análisis organoléptico .....	88

**EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA ZANAHORIA  
APLICANDO TRES DESINFECTANTES DIFERENTES,  
EN LA PARROQUIA CHUQUIRIBAMBA, CANTÓN Y  
PROVINCIA DE LOJA.**



## RESUMEN

La desinfección constituye un factor muy importante para asegurar la calidad e inocuidad del alimento para el consumo humano, para ello existen varios agentes desinfectantes capaces de disminuir el efecto de los factores de deterioro y con ello alargar el tiempo de vida útil. El presente proyecto de tesis tuvo como finalidad evaluar la calidad de la zanahoria cortada en cubitos y desinfectada mediante la aplicación de tres tipos de desinfectantes; para ello se realizó pruebas preliminares con cuatro desinfectantes a diferentes concentraciones (hipoclorito de sodio 50,100 y 150 ppm; ozono a 20 y 40 ppm; aceite esencial de orégano y tomillo a 20, 30 y 40 ppm), para luego establecer tres tratamientos definitivos (hipoclorito de sodio a 100 ppm – T<sub>2</sub>, ozono a 40 ppm – T<sub>3</sub> y aceite esencial de orégano a 30 ppm- T<sub>4</sub>), a los cuales se evaluó la calidad mediante los cambios organolépticos, físico-químicos y microbiológicos durante el tiempo de almacenamiento.

Los resultados muestran que en todas las características de calidad del producto existen diferencias significativas entre el tratamiento testigo (T<sub>1</sub>) y los demás (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>). En estos últimos se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas en la composición química y en los atributos organolépticos (color, sabor y textura); sin embargo, el tiempo de almacenamiento fue de 28 días para T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, mientras que para T<sub>4</sub> fue de 35 días; en cuanto a la carga microbiana se observa que el T<sub>4</sub> contienen la menor cantidad de coliformes, mohos y levaduras y ausencia de E. coli. Con lo cual se concluye que el tratamiento 4 presentó mayor tiempo de vida útil, los parámetros de desinfección fueron: el tipo desinfectante es el aceite esencial de orégano, la concentración es 30 ppm y el tiempo de inmersión del producto es de 5 minutos; finalmente, los costos variables de producción para elaborar 227 gramos de este producto, es de 0,30 USD con un precio de venta al público de 0,40 USD considerando 30 % de utilidad.

## ABSTRACT

The disinfection constitutes a very important factor to ensure the quality and safety of the food for the human consumption, for it several agents exist disinfectants capable of diminishing the effect of the factors of deterioration and with it to lengthen the time of useful life. The present thesis project was as a purpose to evaluate the quality of the carrot cut in little cubes and disinfected by means of the application of three types of disinfectants; for it preliminary tests were realized with four disinfectants to different concentrations (hipoclorito of sodium 50,100 and 150 ppm; ozone to 20 and 40 ppm; essential oil of oregano and thyme to 20, 30 and 40 ppm), then to establish three definitive treatments (hipoclorito of sodium to 100 ppm – T2, ozone to 40 ppm – T3 and essential oregano oil to 30 ppm - T4), to which the quality was evaluated by means of the changes organolépticos, physicist - chemist and microbiological during the storage time.

The results show that in all the quality characteristics of the product there exist significant differences between the treatment witness (T1) and other (T2, T3 and T4). In the latter it is observed that there are no statistically significant differences in the chemical composition and organoleptic attributes (color, flavor and texture); however, the storage time was 28 days for T2 and T3, while for T4 he was 35 days old; as for the load microbiana it is observed that the T4 they contain the least quantity of coliformes, molds and yeasts and absence of E. coli. With which it is concluded that treatment 4 presented a longer useful life, the disinfection parameters were: the type disinfectant is the essential oregano oil, the concentration is 30 ppm and the time of immersion of the product is 5 minutes; finally, the variable production costs to prepare 227 grams of this product, it is to 0,30 USD with a retail price of 0,40 USD considering 30 % of utility.

## 1. INTRODUCCIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO (2011) se pierden la tercera parte de los alimentos, siendo las frutas y hortalizas los alimentos que más se pierden o se desperdician en las diferentes etapas de la cadena productiva, tales como: producción, recolección, poscosecha y procesado, debido a factores relacionados con la precariedad de la infraestructura, deficiente desarrollo tecnológico y falta de inversión en las diferentes fases de producción alimentaria. En el Ecuador el 40 % de las pérdidas ocurre en las fases poscosecha y procesado, de ahí que es necesario reducirlas para contribuir a garantizar la seguridad alimentaria de la población. Chuquiribamba es una de las parroquias rurales del cantón Loja que se caracteriza por ser productora de frutas y hortalizas, sin embargo, esta producción se ha visto afectada por las inadecuadas prácticas de cosecha y manejo poscosecha, lo cual ha generado que los productos agrícolas se deterioren rápidamente, ocasionando una deficiente calidad nutricional e inocuidad del producto que contribuye a incrementar las pérdidas poscosecha.

Una de las estrategias para solucionar esta problemática es el uso de la desinfección, el cual permite eliminar o inactivar microorganismos patógenos como bacterias, virus y protozoos. En la actualidad se aplica la desinfección química mediante el uso de agentes desinfectantes que pueden provocar reacciones negativas al ser humano; de ahí que se propuso investigar la aplicación de otros desinfectantes como el aceite esencial de orégano y el ozono, que permitan conservar la calidad del producto y alargar la vida útil a niveles similares o mejores que los desinfectantes químicos como el cloro.

Con la presente investigación se logró comprobar la eficacia de los agentes desinfectantes para conservar la calidad del producto en cuanto a las características organolépticas, composición nutricional, microbiológica, y a su vez prolongar la vida útil del alimento. Con los resultados obtenidos se pretende disminuir el porcentaje de pérdidas y desperdicios que se producen en las etapas de producción de las frutas y hortalizas, específicamente la zanahoria. Además, mediante la presente propuesta de tesis se espera que sea una nueva alternativa que contribuya a mejorar los ingresos económicos de los agricultores y por tanto la calidad de vida de los mismos.

En base a lo antes señalado se plantea los siguientes objetivos:

**Objetivo general**

Desarrollar un producto que represente una nueva alternativa a los productores agrícolas de la parroquia Chuquiribamba, cantón y provincia de Loja.

**Objetivos específicos:**

- Establecer los parámetros óptimos de desinfección considerando las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas de la zanahoria.
- Determinar el mejor tratamiento de desinfección en función de los cambios físico-químicos, organolépticos y microbiológicos.
- Determinar los costos variables de producción del mejor tratamiento.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades de la zanahoria (*Daucus carota L.*)

Vasco (2008) señala que la zanahoria es una raíz vegetal, típicamente anaranjada, con una parte leñosa (ver figura 1). Su origen se deriva de Asia, África y el Mediterráneo, mientras que otros autores señalan a Afganistán como el origen exacto.



Figura 1. Zanahoria (*Daucus carota L.*).

Fuente: Copyright 2019 por Granjas del Uruguay

#### 2.1.1. Taxonomía

Ávila (2015) indica que la taxonomía de la zanahoria es la siguiente:

**Nombre común:** Zanahoria

**Nombre científico:** *Daucus carota L.*

**Familia:** Umbelliferae

**Género:** *Daucus*

**Variedad:** Carota

**Tipo:** Raíz

#### 2.1.2. Composición química y nutricional

En la tabla 1 se describe la composición nutricional y química de la zanahoria.

Tabla 1.  
Composición química y nutricional de la zanahoria.

Componente	Valor por 100 g
Agua (g)	88,29
Proteína (g)	0,93
Lípidos totales	0,24
Carbohidratos (g)	9,58
Fibra (g)	2,80
<b>Minerales</b>	
Potasio (mg)	320,00
Sodio (mg)	69,00
Fósforo (mg)	35,00
Calcio (mg)	33,00
<b>Vitaminas</b>	
Vitamina C o ácido ascórbico (mg)	5,90
Vitamina A (µg)	835,00
β-carotenos (mg)	39,60*

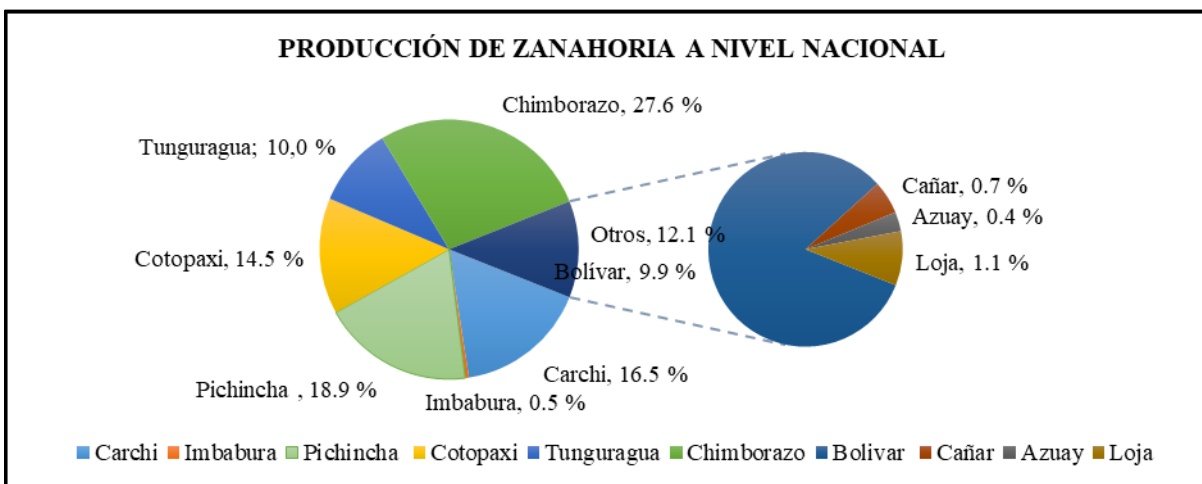
Fuente: USDA, 2008 y Sharma et al., 2012

## 2.2. Producción

En los diez últimos años, la zanahoria amarilla es una de las hortalizas más producidas en el mundo, donde la superficie regable ha incrementado a 1,2 millones de hectáreas con una producción de 36 millones de toneladas, siendo China el primer país productor de zanahorias con un volumen de 17 millones de toneladas que representa el 45 %, seguida de Rusia y Estados Unidos con una producción aproximada de 1,5 millones de toneladas cada uno que alcanza el 8,6 %, en cuarto puesto se encuentra Polonia con un 2,5 %, lo que significa un volumen de 800.000 toneladas, luego le sigue Uzbekistán con 3,4 %, Ucrania 2,4 %, Reino Unido con el 2 %, y el otro el 36,1 % restante se distribuye entre más de 100 países (Hutin y Scandella, 2014).

Cuenca (2014) indican que en el Ecuador la superficie cosechada de zanahoria amarilla es de 4.646 hectáreas en donde los márgenes de producción total alcanzan a 36.222 toneladas anuales, siendo la mayor parte destinada para consumo interno.

La sierra es una de las regiones con mayores volúmenes de producción de zanahoria amarilla; entre las diez principales provincias que mayor aportan están las siguientes: Chimborazo contribuye con 9.998 toneladas que representa el 27,6 %, seguida de Pichincha con un 18,9 % con 6.844 toneladas, Carchi aporta con 5.986 toneladas (16,5 %), Cotopaxi con un 5.243 toneladas (14,5 %), Tungurahua con 3.620 toneladas (10 %), Bolívar con 3.620 toneladas (9,9 %), Cañar con 241 toneladas (0,7 %), Imbabura con 166 toneladas (0,5 %) y Azuay con 140 toneladas que representa 0,4 %; en el séptimo puesto se encuentra la provincia de Loja con una superficie de 183 hectáreas de cosecha y tiene un volumen de producción de 394 toneladas que representa el 1,1 % (ver figura 2).



*Figura 2.* Producción de zanahoria a nivel nacional.

Fuente: El autor.

### 2.3. Poscosecha

La poscosecha se refiere al conocimiento de los procesos adecuados que se aplican a un producto cosechado y la tecnología de manejo necesario que se realiza en estado natural y fresco. El objetivo principal de la poscosecha es la preservación de la calidad en cuanto a la apariencia física de alimentos, la conservación de los productos para épocas de escasez, evitando la reducción de calidad nutritiva y garantizando la inocuidad del producto (Food and Agriculture Organization, 2011).

### **2.3.1. Poscosecha de hortalizas.**

FAO (2011) señala que la poscosecha de hortalizas son todas las actividades que se realizan después de la cosecha como lavado, desinfección, secado, empaquetado, almacenamiento, transporte y comercialización; es decir, es el conocimiento de los principios básicos que regulan los comportamientos de los productos cosechados y la tecnología del manejo necesario para su conservación.

Las pérdidas poscosecha de hortalizas se pueden apreciar en sus diferentes fases, ya sea durante o después de la cosecha, en el centro de acopio o comercialización del producto. Una de las causas de las pérdidas poscosecha son los microorganismos que en países en desarrollo varían entre 5 a 25 %, mientras que, en países en vía de desarrollo las pérdidas son mayores de 20 a 50 % (Robinson, 2008). Estas mermas de poscosecha ocasionan que los productores tengan bajos ingresos en su economía familiar, a su vez genera escases de los alimentos para la población (FAO, 2011).

Para evitar dichas pérdidas se debe realizar la aplicación de tratamientos de conservación que permitan controlar ciertas reacciones internas de degradación del producto como las enzimáticas, microbiológicas y bioquímicas (León, 2013).

### **2.3.2. Poscosecha de la zanahoria.**

Después de la etapa de la cosecha, la zanahoria debe aplicársele inmediatamente el tratamiento poscosecha con el fin de evitar que los procesos de deterioro afecten las características de calidad e inocuidad del producto. A continuación, se presenta las etapas del manejo poscosecha de la zanahoria.

#### ***2.3.2.1. Selección.***

Según Carvajal (2012) la selección consiste en descartar las zanahorias que no cumplan con los criterios de calidad para la comercialización, por lo tanto, estas son separadas. Algunos criterios de calidad que se consideran para la selección de la materia prima son: las zanahorias deben presentar con ciertas características físicas como ser firmes, rectas con un adelgazamiento uniforme y color naranja brillante (ver figura 3).





*Figura 3.* Selección de la zanahoria fresca.  
Fuente: Copyright 2019 por Depositphotos.

#### **2.3.2.2. Lavado.**

Esta fase en el manejo poscosecha de la zanahoria es muy importante, porque permite retirar todas aquellas impurezas que se encuentra en la parte externa del producto con la ayuda de un fluido que normalmente es agua (ver figura 4), además, en esta etapa se da una buena presentación al producto. El lavado puede realizarse de dos formas manual o mecánicamente (Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural - MARM, 2010).



*Figura 4.* Lavado manual de la zanahoria.  
Fuente: Copyright 2019 por Depositphotos.

#### **2.3.2.3. Desinfección.**

Es el proceso mediante el cual se destruye la mayor parte de los microorganismos presentes en los alimentos. Es decir, la desinfección consiste en eliminar aquellos microorganismos patógenos mediante el uso de agentes químicos o físicos como desinfectantes (Kahrs, 1995).

En las hortalizas, el objetivo principal de los desinfectantes es reducir el riesgo de contaminación microbiana, lo que permite la prevención de enfermedades poscosecha y enfermedades transmitidas por los alimentos (García, bMedina, Mercado y Baez, 2017).

Mediante una adecuada desinfección se contribuye a garantizar la inocuidad de los alimentos, evitar que estos puedan causar toxiinfecciones alimentarias y conseguir una mayor vida comercial del producto, además la eficacia de los desinfectantes depende del tipo de hortalizas o frutas, de las características de su superficie, temperatura y tipo de patógenos (Betelgeux, s.f).

García et al. (2017) señala que entre los desinfectantes más usados para tratar frutas y hortalizas están los desinfectantes químicos que pueden ser el ozono, los compuestos clorados (hipoclorito de sodio y dióxido de cloro), compuestos amoníacos cuaternarios, ácidos, alcalinos (bicarbonato de sodio), compuestos de oxígeno activo (peróxido de hidrógeno o agua oxigenada y ácido acético-vinagre) y desinfectantes naturales como el aceite esencial de orégano, los cuales eran descritos a continuación:

#### *2.3.2.3.1. Hipoclorito de sodio.*

El hipoclorito de sodio o también conocido como cloro (ver figura 5) constituye el desinfectante más usado debido a su bajo costo, permite la desinfección de superficies en contacto con alimentos y también sirve para reducir la carga microbiana del agua (Garmendia, 2015).



*Figura 5.* Hipoclorito de sodio o cloro comercial.  
Fuente: Almacen. do (s.f).

Garmendia (2015) señala que las concentraciones recomendadas para la desinfección con hipoclorito de sodio en hortalizas son de 50 y 200 ppm durante un tiempo de 1 a 2 minutos, mientras que el Consejo Nutricional (2015) recomienda que, para desinfectar un producto con cloro, el agua debe estar en una relación de 1/1000, es decir, por cada litro de agua se añadirá un 1 ml de cloro durante 5 minutos.

González, Palacios y Martínez (2013) utilizaron una concentración de 100 ppm de hipoclorito de sodio durante 3 minutos para desinfectar zanahorias cortadas y observaron que se conservaron sus características de calidad durante 15 días, mientras que, estudios realizados por

García y Gutiérrez (2015) aplicaron una solución de hipoclorito de sodio a 150 ppm durante un tiempo de inmersión de 5 minutos para desinfectar zanahorias cortadas en cubos y vieron que el producto preservó su calidad 13 días.

#### 2.3.2.3.2. Ozono.

El ozono (O<sub>3</sub>) es un oxígeno triatómico de alta energía que tiene una vida media de 20 minutos en agua a temperatura ambiente (Graham, 1997). Souza et al. (2017) indica que la ozonización del agua para el lavado de hortalizas reduce un gran número de microorganismos en la superficie de las hortalizas, además, el ozono se lo considera el desinfectante más potente, ya que tiene varios usos entre ellos, es utilizado para el tratamiento del agua, desinfección de plagas y la eliminación de pesticidas, micotoxinas y otros contaminantes de frutas y verduras (Graham, 1997).

Langlais et al. (1991) y Sapers (1998) indican que el ozono es 1,5 veces más potente que el cloro y es usado en la industria de frutas y verduras debido que es más efectivo que otros desinfectantes, su uso ha permitido eliminar bacterias como *Escherichia coli*, listeria y otros patógenos de alimentos.

Estudios realizados por Souza et al. (2017) evaluaron la vida útil de la zanahoria aplicando ozono disuelto en agua a concentraciones de 1 a 10 ppm, considerando parámetros organolépticos y químicos como pérdida de peso, firmeza, color y pH, y observaron que las zanahorias expuestas al ozono no perdieron peso, ni firmeza, ni variación del color de la hortaliza, pero sí tuvo efecto negativo en el pH de la zanahoria.

El Portal del Chacinado (s.f) señala algunas ventajas que tiene el ozono frente a los alimentos, entre las cuales tenemos:

- El ozono ataca la pared celular de las bacterias e inhibe su actividad enzimática.
- Evita o disminuye la pérdida de peso de los alimentos durante su almacenamiento.
- Desodoriza completamente el ambiente, impidiendo la transmisión de olores de un alimento a otro.
- Favorece la conservación de los alimentos por un período de tiempo mayor.
- Necesita menor concentración y tiempo de contacto que otros desinfectantes para lograr el mismo resultado que estos.
- Su acción es independiente del pH de agua (a niveles de pH entre 6 y 9).

- Los microorganismos no desarrollan resistencia frente a él.
- Los tratamientos de desinfección con ozono carecen por completo de impacto ambiental.

#### 2.3.2.3.3. Aceite esencial.

Un aceite esencial es aquel líquido aceitoso que se lo obtiene a partir de diferentes partes de la planta como, flores, hojas, raíces, semillas y frutos. Son mezclas complejas de ésteres, aldehídos, cetonas y terpenos, además, en general los aceites esenciales constituyen del 0,1 al 1 % del peso seco de la planta (Burt, 2003).

Son líquidos con escasa solubilidad en agua, pero solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos, los aceites esenciales se los puede obtener por distintos métodos, pero el más frecuente es por extracción a vapor es decir por destilación (Cuenca, 2016).

Algunas características que tienen los aceites esenciales es que pueden inhibir la actividad microbiológica y se caracterizan por ser menos densos que el agua; sin embargo, estudios de Beuchat (2001) determinaron que los aceites extraídos de plantas de clavo, canela, mostaza, romero, tomillo y orégano tienen propiedades más acentuadas para inactivar la actividad antimicrobiana.

El aceite de orégano es una especie de planta que presentan actividad contra bacterias gram negativas (ver figura 6), como *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Yersinia enterocolitica* y *Enterobacter cloacae*; y gram positivas como *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Listeria monocytogenes* y *Bacillus subtilis* (Aligiannis, 2001), su densidad específica es de 0,91 g/ml (Tellez y Nolazco, 2017).



Figura 6. Aceite de orégano.

Fuente: Copyright 2019 por Herbodyet

La composición química del aceite de orégano es la siguiente: ácido o-cumárico, ácido ferúlico, ácido cafeico, ácido  $\rho$ -hidroxibenzoico, ácido vainillínico, ácido rosmarínico, mirceno,  $\alpha$ -terpineno  $\rho$ -cimeno,  $\gamma$ -terpineno, timol, carvacrol,  $\beta$ -cariofileno (Chuquitarco, 2014).

Chávez y Col (2008) en investigaciones determinaron que los componentes más importantes que brindan la propiedad antibacteriana al orégano son carvacrol y timol, estos componentes tienen la capacidad de destruir la estructura de la membrana celular de ciertos microorganismos.

Otros estudios realizados por Luna et al. (2015) señalan que evaluaron la eficiencia que tiene el aceite esencial de orégano como desinfectante en bacterias de *Escherichia coli* en cultivos de tomate, en donde estos frutos fueron sumergidos durante un tiempo de 5 a 10 min en concentraciones de 5 a 10 ppm, los resultados más favorables fueron notorios en los tratamientos con concentración de 10 ppm con un tiempo de desinfección de 10 minutos, donde se presentó una reducción de la actividad antimicrobiana sobre *E. coli* que se manifestó con valores de reducciones logarítmicas entre 3 y 4 unidades formadoras de colonia por gramo - UFC/g.

#### ***2.3.2.4. Parámetros óptimos de desinfección.***

Los parámetros óptimos de desinfección son: el tipo de agente o desinfectante, la concentración y el tiempo de inmersión del producto en la solución para conseguir el efecto bactericida.

#### ***2.3.2.5. Tratamientos de la desinfección.***

Existen varias técnicas para reducir la flora superficial de frutas y hortalizas, en general los tratamientos de desinfección se basan en procesos físicos y/o químicos. Entre los métodos físicos se puede mencionar la remoción mecánica, los tratamientos térmicos y la irradiación. En los métodos químicos involucran el uso de agentes químicos como desinfectantes superficiales, sin embargo, existen algunos casos de desinfectantes gaseosos (Garmendia, 2015).

### **2.3.2.6. Escaldado.**

Es una etapa adicional que en algunas hortalizas no es necesario, consiste en un tratamiento térmico suave que sumerge al producto, durante un tiempo más o menos considerado, a una temperatura inferior a 100°C (ver figura 6), se aplica antes del procesado para destruir la actividad enzimática. La finalidad del escaldado en hortalizas es para fijar su color, destruir enzimas y disminuir su volumen antes de su refrigeración o congelación. Además, este tratamiento reduce el número de microorganismos contaminantes, principalmente mohos, levaduras y formas bacterianas vegetativas de la superficie de los alimentos (Giraldo, s.f).



*Figura 7.* Escaldado de la zanahoria.  
Fuente: Es123FR (s.f).

Uquiche y Cisnero (2002) señalan que la temperatura ideal para escaldar la zanahoria cortada varia de 50 a 70°C con un tiempo de escaldado de 30 segundos, mientras que Mendoza y Herrera (2012) realizaron investigaciones en tubérculos de papa con la temperatura óptima de escaldado de 50°C con la finalidad de inactivar las enzimas que puedan ser perjudiciales en la calidad del producto final.

Así mismo, Uquiche y Cisneros (2002) mencionan que a temperaturas más altas de escaldado se observa una considerable disminución en la actividad enzimática debido a la desnaturalización de su estructura proteínica del alimento.

### **2.3.2.7. Inmersión de aditivos.**

Según la Norma General para aditivos alimentarios (2014) un aditivo es cualquier sustancia que se adiciona de manera directa o indirectamente al alimento con fines tecnológicos y organolépticos en sus distintas etapas de poscosecha con la finalidad de conservar las características del producto.

La inmersión de aditivos es cuando el producto es sumergido en una preparación de agua más aditivo por un tiempo específico; Uquiche y Cisneros (2002) realizaron trabajos en zanahorias pre-cortadas en donde emplearon ácido cítrico al 1 % (p/v) a 50°C de temperatura de escaldado por un tiempo de 30 segundos, luego las zanahorias fueron sometidas a un enfriamiento en agua destilada por 30 segundos más y dejaron escurrir por 5 minutos, realizaron este proceso con el propósito de conservar el color de las zanahorias, los resultados que se obtuvieron fueron positivos ya que las zanahorias mostraron un menor cambio en la intensidad del color superficial del alimento durante sus 19 días de almacenamiento.

#### ***2.3.2.8. Escurrido y secado.***

El escurrido de una hortaliza se realiza después del lavado y consiste en retirar el exceso de humedad que gana el producto en la fase de inmersión y para disminuir el crecimiento microbiano. Las técnicas para la eliminación del agua pueden ser manual, por centrifugación o usando secador (aire). El secado consiste en extraer el agua que aún permanece en las superficies exteriores del alimento hasta obtener un valor de humedad que permita su conservación (Moretti et al., 2007).

#### ***2.3.2.9. Envasado.***

El envasado es una de las herramientas tecnológicas para reducir o ralentizar el deterioro físico, químico y microbiológico del alimento que tiene lugar en mayor o menor medida en las sucesivas manipulaciones a que se ven sometidos un producto desde el momento de la cosecha hasta su consumo (Hernández, 2009).

Envastick (s.f.) señala las siguientes ventajas más importantes de envasado de alimentos:

- Generalmente contienen alimentos listos para comer en cualquier punto del día
- Son más seguros y menos vulnerables a la contaminación que los alimentos sin envasar.
- La vida útil de los productos alimenticios es mayor.
- Proporciona protección contra daños físicos y ambientales durante la manipulación, el transporte y el almacenamiento de los alimentos.
- Permite promocionar y poner en primera línea de mercado productos típicos regionales, contribuyendo así al desarrollo sostenible de zonas geográficas desfavorecidas.

Araoz (2009) y Giraldo (s.f.) señalan que el envase debe adoptarse a la forma del producto con la finalidad de conservar, individualizar y presentar los productos de acuerdo a sus características de comercialización además un envase permite ofertar productos sanos y frescos.

El envase es definido como un recipiente que se halla en contacto con el contenido del producto, un envase puede tener cualquier forma y ser de cualquier material como: papel, cartón, vidrio, metal, plástico, fibra, madera, etc. El principal propósito del envase es proteger al producto de cualquier tipo de deterioro ya sea químico, microbiológico o físico (Pérez, 2012).

La elección del tipo de envase depende de algunos factores tales como: calidad, destino final del producto, volumen y rendimiento de la producción. En el mercado existen diferentes materiales para fabricar envases para las frutas y hortalizas, entre los más utilizados tenemos los sacos de nylon o polipropileno, fundas plásticas con perforaciones, mallas plásticas, bandejas icopor forradas con policloruro de vinilo (PVC) y envases de vidrio (MAPA, 2010).

A continuación, se describe los materiales poliméricos más utilizados para envases:

#### *2.3.2.9.1. Polipropileno biorientado.*

Es un polímero compuesto por miles de unidades entre sí de forma lineal, el film pertenece a este grupo es un envase flexible que tiene una excelente barrera al vapor de agua. Sus principales características son: alta transparencia y brillo, excelente permeabilidad al vapor de agua, diferentes temperaturas de sellado y gran versatilidad (Quiminet, s.f).



Figura 8. Polipropileno biorientado.  
Fuente: Concisa (2017)

#### *2.3.2.9.2. Polietileno de baja densidad.*

Álvarez y Ávila (2016) y Sanz (1997) indican que el polietileno de baja densidad es un polímero con una estructura de cadenas muy ramificadas, caracterizado por su buena resistencia



térmica y química, es de color lechoso y puede llegar a ser transparente dependiendo del espesor. Un ejemplo de este tipo de material son las fundas de polietileno o más conocidas fundas para guarda víveres.



*Figura 9.* Polietileno de baja densidad.  
Fuente: Pinterest (s.f).

#### *2.3.2.9.3. Polipropileno sellable.*

Es un polímero que tiene la función de proporcionar una buena sellabilidad y es un material que produce una excelente barrera a la humedad, es transparente, rígido y resistencia al rasgado, las fundas ziploc son un ejemplo de este tipo de polímero (Coinser, 2010).



*Figura 10.* Polipropileno sellable.  
Fuente: Copyright 2019 por Belplasticos.

#### *2.3.2.10. Refrigeración.*

La refrigeración es una técnica de conservación de los alimentos por frío cuya temperatura óptima varía entre 0 y 5°C. Este método consiste en extraer el calor de los alimentos para impedir la proliferación y actividad de microorganismos, así como la acción de enzimas que produce alteraciones en el alimento (Morales, 2012).

Según Álvarez y Ávila (2016) la temperatura óptima de refrigeración para la zanahoria es de 5°C, lo cual permite mantener las propiedades organolépticas y nutritivas del producto. Sin embargo, Food and Agriculture Organization (2004) señala que la zanahoria al igual que el rábano y la lechuga pertenecen al grupo 2 en almacenamiento tolerando a temperaturas de 0 a 2°C y una humedad relativa de 95 a 100 %.

Además, las zanahorias mínimamente procesadas (cortadas y peladas) pueden conservar una buena calidad durante un tiempo de 2 a 3 semanas a temperaturas que oscilan de 3 a 5°C y humedad relativa óptima de 98 a 100 %. Una humedad relativa alta permite prevenir deshidratación (Biblioteca Técnica Servicios y Almacigos, s.f).

#### *2.3.2.10.1. Daños por frío.*

Kader y Mitcham (1994), Ponce (1997) manifiestan que unos de los principales problemas poscosecha de hortalizas es su sensibilidad a las bajas temperaturas provocando el desarrollo de ciertos síntomas de daños por frío. Los síntomas del daño varían en función de la especie, tipo de tejido, su estado de madurez y metabólico del vegetal y también depende de la diversidad de factores ambientales (Del Río et al., 1999).

Artés (2001), señala que los síntomas de los daños por frío en las hortalizas dependen de la variación de la temperatura de refrigeración o congelación. Por ejemplo, cuando un producto se lo almacena a una temperatura comprendida entre 7 a 10°C, los síntomas son la escaldadura superficial, podredumbre, picado, infiltración acuosa, deshidratación, ablandamiento, amarillamiento y pardeamiento en los tejidos vegetales.

Algunos daños por frío, que se manifiestan en la zanahoria ocurren cuando no se considera la temperatura óptima de refrigeración lo que genera diversos problemas de conservación como alteraciones fisiológicas entre ellas tenemos:

- Alteración del color, deshidratación y pérdida de peso que se produce a causa de la pérdida de agua de la zanahoria y se pueden evitar en gran medida en ambientes saturados de humedad (ver figura 6).
- A temperaturas altas de refrigeración las zanahorias enteras pueden presentar brotes y raíces durante el almacenamiento.

- Aparición de zonas hundidas (hoyos en la piel) en condiciones de sequedad (Trevor et al., 2013).



*Figura 11.* Alteración del color de la zanahoria.  
Fuente: Congelados de navarra (s.f).

## 2.4. Vida útil

Elika (2018) señala que la vida útil de un alimento es el periodo de tiempo en donde el producto es aceptado por el consumidor desde las cualidades físico-químicas, organolépticas, nutricionales o de seguridad alimentaria. Para definir la vida útil de un producto se debe relacionar la caducidad microbiológica y los aspectos sensoriales del alimento.

Según Casp y Abril (2003) la vida útil de los alimentos no solo tiene relación con la calidad del producto en sus condiciones iniciales sino también de los cambios físicos, químicos y microbiológicos que se pueden producir durante el procesamiento y el almacenamiento de los mismos, es decir, cada alimento tiene un periodo de tiempo determinado después de la producción, durante el cual mantiene el nivel requerido por el consumidor de cualidades nutricionales, organolépticas y microbiológicas.

El tiempo de vida útil del alimento va a depender de factores externos e internos como la luz, el oxígeno, el calor, la humedad y las condiciones de almacenamiento (Singh, 2000).

Para definir la vida útil de un producto se debe considerar las características de almacenamiento y realizar análisis microbiológico de muestras las cuales permiten limitar el tiempo aceptable de almacenamiento y comercialización del alimento (Corral, 2006).

## **2.5. Calidad**

La calidad de un alimento es el conjunto de características propias del mismo requeridas por los consumidores con la finalidad de tener una aceptabilidad en el mercado (Nader, s.f).

El Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural (2010) reitera que los requisitos de calidad que debe reunir la zanahoria, es que la hortaliza de estar entera, fresca, sana sin rajaduras o plagas ni enfermedades, limpia, consistencia firme, color característico de la especie, entre otros.

## **2.6. Análisis de calidad de los alimentos**

Meléndez (s.f.) señala que los análisis de alimentos es la disciplina que se ocupa del desarrollo, uso y estudio de los procedimientos analíticos para evaluar las características propias del alimento y de sus componentes, es decir, el análisis de alimento permite determinar la calidad e inocuidad del producto, para ello se debe realizar pruebas de carácter físico-químico, microbiológico y organoléptico.

### **2.6.1. Análisis físico –químicos.**

Los análisis físico-químicos se realizan mediante la valoración instrumental en donde se determina la calidad nutritiva del alimento, es decir, en este tipo de análisis se los realiza para conocer la composición de los alimentos. A continuación, se nombran algunos de los análisis más utilizados: determinación de humedad, cenizas, extracto etéreo (grasa cruda), proteína total, fibra y carbohidratos asimilables (Meléndez, s.f).

En general, las hortalizas se destacan por un bajo contenido calórico, ricos en carbohidratos, pero son deficientes en lípidos y proteínas. Una de las ventajas de las hortalizas es el aporte de nutrientes esenciales como vitaminas, sales minerales, compuestos polifenólicos y fibra alimentaria, los cuales ayudan al desarrollo normal del ser humano (Vanaclocha, 2014).

A continuación, se describen los análisis físico-químicos más frecuentes en frutas y hortalizas.

### ***2.6.1.1. Determinación de humedad total.***

La humedad es la cantidad de agua que contiene el alimento, es la diferencia que existe entre el peso total del alimento y el contenido en agua, la cual se la denomina materia seca (Vasco, 2008).

A continuación, se describe el método más usado para determinar el porcentaje de humedad del alimento.

#### ***2.6.1.1.1. Método por secado.***

Esta técnica se la realiza de forma gravimétrica, es decir se pesa la materia húmeda, luego es llevada a la estufa a una temperatura de 105°C por 24 horas y se la vuelve a pesar a dicha materia seca, esta diferencia de pesos permite determinar el porcentaje de humedad (Food and Agriculture Organization, 2009).

### ***2.6.1.2. Determinación de proteína.***

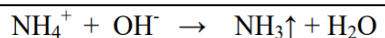
Las proteínas es uno de los macronutrientes que encontramos en los alimentos, es decir son macromoléculas que están constituidas por carbono, oxígeno, hidrógeno y principalmente nitrógeno. La parte más pequeña en que pueden dividirse las proteínas son en aminoácidos que se caracterizan por poseer un grupo carboxilo (-COOH) y grupo amino (-NH<sub>2</sub>), por lo tanto, los alimentos que ingerimos nos aportan de proteínas, pero estas se absorben en forma de aminoácidos (Pascual, 2010).

Para determinar la proteína se usa el método de Kjeldahl.

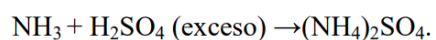
#### ***2.6.1.2.1. Método de Kjeldahl.***

Este método se trata de una volumetría, el cual puede resumirse en tres etapas:

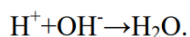
1. Digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores que aceleran el proceso, aumentando el punto de ebullición del ácido. Con esta digestión, transformamos el nitrógeno (en su mayor parte orgánico) en sulfato amónico (nitrógeno amoniacal), luego pasamos a medio alcalino mediante la adición de hidróxido sódico concentrado, y se destila el nitrógeno en forma de amoníaco en corriente de vapor de agua.



2. El amoniaco desprendido se recoge sobre un exceso de ácido.



3. Finalmente se valora el exceso de ácido mediante una base.



Con este método se puede calcular el porcentaje de nitrógeno en la muestra. En la actualidad es más popular destilarlo a una solución de ácido bórico al 4 % y titular directamente al amoniaco con ácido sulfúrico (Vasco, 2008).

### ***2.6.1.3. Determinación de fibra cruda.***

Mendoza y Bautista (2008) y Vasco (2008) señalan que la fibra cruda representa la porción no digerible de un ingrediente alimenticio, es el residuo orgánico insoluble, remanente después de extraer un material libre de grasa con ácido y álcali diluidos, bajo condiciones controladas. Entre los alimentos de origen vegetal, la fibra cruda se compone principalmente de varias proporciones de celulosa, hemicelulosa y lignina.

En los vegetales de consumo habitual el contenido de fibra varía entre 3 y 8 % de un alimento comestible mientras que en las frutas este valor oscila entre 1,4 y 2,4 % (Mendoza y Bautista, 2008).

Vasco (2008) y FAO (s.f.) indican que la determinación la fibra cruda es un método que permite determinar el contenido de fibra de la muestra, es el residuo orgánico lavado y seco que queda después de hervir sucesivamente la muestra desengrasada con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio diluidos y calcinado el residuo, la diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente (ver figura 12), para la interpretación de los resultados se debe considerar que cuando la fibra tiene mayor concentración en un alimento dado, menor será su valor nutritivo, pero es importante consumir alimentos con fibra para el buen funcionamiento del intestino.

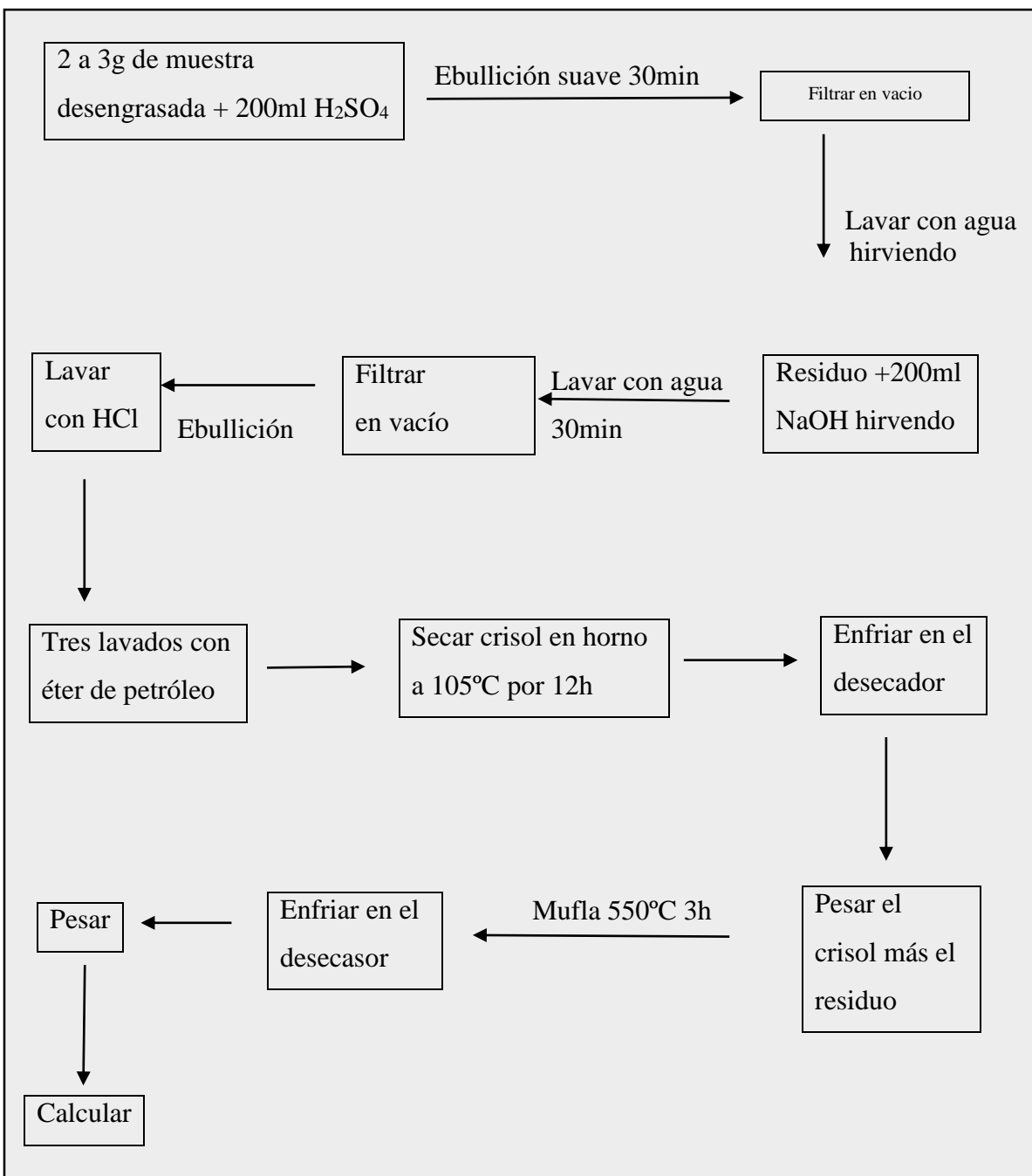


Figura 12. Determinación de fibra cruda  
Fuente: El autor

#### 2.6.1.4. Determinación de cenizas totales

Las cenizas representan el contenido en minerales del alimento; en general, las cenizas suponen menos del 5 % de la materia seca de los alimentos. En la figura 13 se observa el proceso para la determinación de cenizas, que es el residuo que queda al quemar en un horno o mufla los compuestos orgánicos a 550°C durante 5 horas (Vasco, 2008).

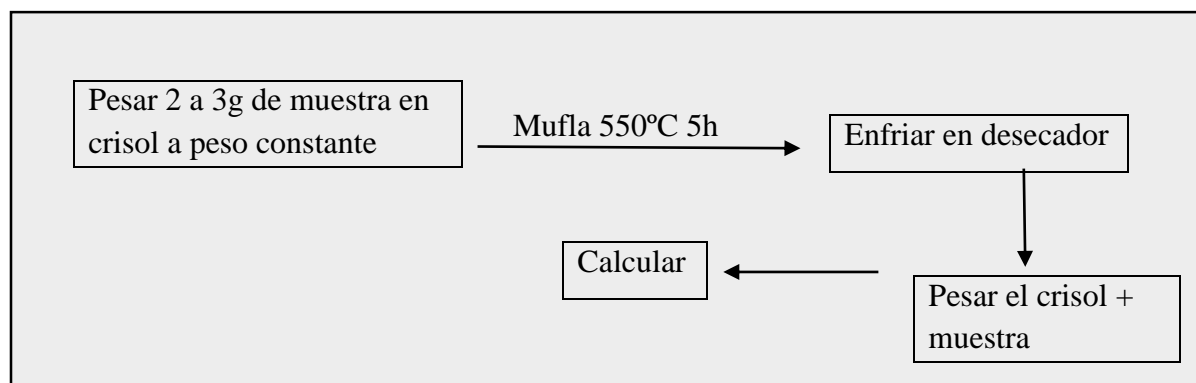


Figura 13. Determinación de cenizas totales  
Fuente: El autor.

### 2.6.2. Análisis organolépticos.

El análisis organoléptico o análisis sensorial permite evaluar un conjunto de propiedades de un producto que estimulan diversos receptores sensoriales en el consumidor. Este tipo de análisis es realizado por expertos que generalmente son jurados entrenados que evalúan las características de los alimentos en base a percepciones subjetivas, pero también se puede utilizar ciertos instrumentos para realizar el análisis sensorial. Entre los parámetros que se evalúan es el color, sabor, olor, consistencia, entre otros (Arthey y Dennis, 1992 y Vanaclocha, 2014).

Para la evaluación de dichos parámetros se puede realizar mediante la ayuda de instrumentos de medición o por valoración sensorial con escala hedónica numérica (Hernández, 2005).

La escala hedónica consiste en pedir a catadores que desde su punto de vista den su opinión acerca del grado de satisfacción que tiene determinado producto, es decir puede calificarlo de una forma descriptiva como me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo (Hernández, 2005).

La escala hedónica tradicional para evaluar un producto es la escala americana de 9 puntos, aunque se ha demostrado que una escala de menor de 5 puntos es suficiente y más fácil de manejar para evaluar los alimentos como se observa en la tabla 2 (Liria, 2007).



Tabla 2.  
Escala hedónica de cinco puntos

Valoración de la escala	Descripción
5	Me gusta extremadamente
4	Me gusta un poco
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta un poco
1	Me disgusta extremadamente

Fuente: El autor.

A continuación, se describe los parámetros sensoriales evaluados:

### **2.6.2.1. Color.**

El color es una cualidad organoléptica de los alimentos y se aprecia por medio del sentido de la vista, además el color es el primer atributo que un consumidor juzga cuando va adquirir un producto (Bello, 2008).

González y Vicente (2007) señalan que el color de un alimento se utiliza para determinar el contenido de pigmentos que este contiene. En la industria de alimentos la medición del color sirve como parámetro para el control de calidad del producto y proporcionar información relacionada con la calidad comestible del alimento.

En la zanahoria el color característico del vegetal es de color naranja, lo cual se debe al contenido de carotenos presentes. Un alto contenido de estos pigmentos carotenoides generan que el producto tome un color oscuro intenso, esto dependerá de la variedad y de las condiciones de cultivo (Urbide, 2013).

### **2.6.2.2. Sabor.**

Colorado y Rivera (2019) define que el sabor es la sensación que producen los alimentos u otras sustancias en el gusto, el sabor incluye características como dulzor, acidez, amargo, ácido y salado, además, una percepción global del sabor se la puede contribuir mediante la visión de los alimentos y los sonidos producidos mientras se realiza la masticación, de acuerdo a las características antes mencionadas la zanahoria se caracteriza por tener un sabor ligeramente dulce.

### **2.6.2.3. Textura.**

La textura es una característica sensorial de vital importancia ya que de ella depende la aceptación del producto por parte del consumidor, la textura es un atributo que tiene relación con la calidad debido que en la industria de los alimentos este parámetro es evaluado para determinar la aceptabilidad del producto en el mercado; en frutas y verduras una de las características principales de la textura es la dureza ya que estima la frescura de ellas (Konopacka y Plochanski, 2004). De acuerdo al concepto de textura de un alimento, la zanahoria se caracteriza por poseer una textura de consistencia firme y dura.

### **2.6.3. Análisis microbiológicos.**

El análisis microbiológico se aplica para evaluar la cantidad y el tipo de microorganismos que contiene un alimento, este análisis se puede realizar en cualquier fase de la cadena de valor de un producto (Garmendia, 2015).

Este tipo de análisis se enfoca principalmente en determinar bacterias coliformes totales y fecales que se encuentran en los alimentos debido a tres tipos de mecanismos de contaminación como son: primaria, directa y cruzada. Se debe tomar en cuenta que existen varios factores que influyen en el desarrollo y actividad de estos microorganismos, entre ellos tenemos los siguientes: agua disponible, temperatura, oxígeno y tiempo, acidez, sal, entre otros (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, 2016).

Los principales objetivos del análisis microbiológico son:

- Asegurar que el alimento cumpla con las normas estatutarias y que se ajuste a normas internas establecidas por la empresa que los procesa y a las que exige al comprador.
- Que las materias alimenticias que llegan a la planta para ser procesadas cumplan las normas exigidas y pactadas con el productor.
- Que se mantenga el control del proceso y la higiene de la línea de fabricación (Hayes, 1993).

### **2.6.3.1. Microorganismos indicadores de la industria de alimentos.**

Hayes (1993) señala que los principales microorganismos analizados en la industria de alimentos son: bacterias mesófilas aerobias, coliformes, *Escherichia coli*, enterococos, enterobacterias, mohos y levaduras.

#### **2.6.3.1.1. Coliformes totales.**

Son microorganismos que pertenecen a la familia de *Enterobacteriaceae*, capaces de fermentar la lactosa con producción de gas a temperaturas que oscilan entre 35 a 37°C en un tiempo de 48 horas. Son bacilos gram negativos, se transmiten por la inadecuada manipulación de los alimentos. Se encuentran comúnmente en el suelo, aguas sobre la superficie y plantas; también están presentes en los intestinos de los animales y humanos (Andino y Castillo, 2010).

#### **2.6.3.1.2. Escherichia coli.**

Es una bacteria que pertenece a la familia *Enterobacteriaceae* de lactosa-positiva y se caracteriza por poseer bacilos gram negativos, producen gas a temperaturas de 44,0 a 44,5°C, pero la temperatura límite de crecimiento de estas bacterias se sitúa alrededor de 7°C, lo que permite que se pueda inhibir su crecimiento en los alimentos con un control eficaz de la cadena de frío, además este microorganismo patógeno puede ser inhabilitado fácilmente mediante procesos térmicos debido a que son sensibles a temperaturas superiores a 70°C (Canet, 2016).

Este microorganismo tiene la capacidad de provocar ciertas toxiinfecciones alimentarias, entre ellas tenemos las infecciones enterotoxigénicas causantes de síntomas como diarrea líquida profusa, a veces cólicos y vómitos, esto es ocasionado por consumir alimentos crudos como frutas y verduras (Canet, 2016).

#### **2.6.3.1.3. Mohos y levaduras.**

Los mohos y levaduras son microorganismos eucariotas que pueden ser unicelulares o pluricelulares (Andino y Castillo, 2010). Las levaduras son hongos no filamentosos que crecen generalmente por gemación tienen diversas formas entre ellas globosas, ovoides, cilíndricas o alargadas, mientras que los mohos son hongos multicelulares que se caracterizan por tener un aspecto aterciopelado o algodonoso (Ecobiouvm, 2014).

Estos microorganismos se encuentran como flora normal de un alimento o se hallan distribuidos en el ambiente, además son causantes de la descomposición rápida de los alimentos (Camacho et al., 2009).

Estos microorganismos tienen la facultad de provocar ciertas toxiinfecciones alimentarias severas en la salud humana como necrosis hepática, afecciones pulmonares, lesiones de hígado y riñón, afecciones al sistema reproductor, digestivo, circulatorio, nervioso; se adquieren estas toxiinfecciones por consumir verduras y frutas crudas contaminadas (González, 2014).

### ***2.6.3.2. Métodos rápidos para el recuento de microorganismos.***

En la actualidad existen productos que permiten detectar ciertos microorganismos que se encuentran en la superficie de los alimentos de manera rápida y efectiva. A continuación, se hará una descripción de uno de ellos:

Un método rápido para el recuento de microorganismos son las placas Petrifilm, estas placas se caracterizan por poseer una película rehidratable cubierta con nutrientes y agentes gelificantes (ver figura 15), además la finalidad de estas placas es proporcionar resultados en tres pasos: siembra, incubación y recuento (Luca, s.f).

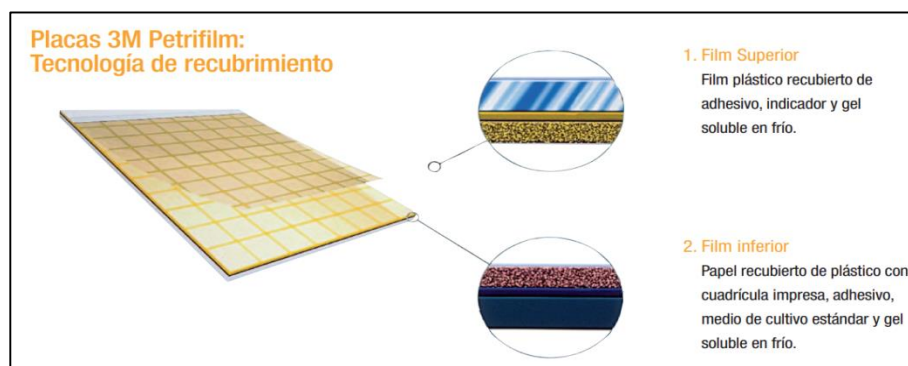


Figura 14. Diseño de Placa Petrifilm  
Fuente: Placas petrifilm 3M (s.f).

Los métodos con placas Petrifilm han sido validos por la Asociación Francesa de normalización (AFNOR) como métodos alternativos según la norma ISO 16140 y han sido así mismo reconocidos por la AOAC INTERNATIONAL, como métodos oficiales de análisis (Luca, s.f).

Luca (s.f) señala que existen placas petrifilm para diferentes pruebas microbiológicas entre ellas están las placas para recuento de aerobios, coliformes, *E coli*/ coliformes, *Enterobacterias*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* y recuento de mohos y levaduras donde el rango de recuento de la población en las placas petrifilm es de 15 a 150 unidades formadoras de colonia (UFC/g).

A continuación, se describe las placas petrifilm para recuento de *E. coli*/Coliformes y mohos/levaduras:

#### 2.6.3.2.1. Placas petrifilm para el recuento de *E. coli*/Coliformes.

Contienen nutrientes de Bilis Rojo Violeta (VRB), un agente gelificante soluble en agua fría, un indicador de actividad de la glucuronidasa y un indicador que facilita la enumeración de las colonias. La mayoría de las *E. coli* (cerca del 97 %) produce beta-glucuronidasa, la que a su vez produce una precipitación azul asociada con la colonia. La película superior atrapa el gas producido por *E. coli* y coliformes fermentadores de lactosa. Cerca del 95 % de estos microorganismos producen gas, representado por colonias entre azules y rojo-azules asociadas con el gas atrapado en la Placa Petrifilm dentro del diámetro aproximado de una colonia (Placas Petrifilm 3M, s.f).



Figura 15. Placas petrifilm para el recuento de *E. coli*/coliformes.  
Fuente: Placas petrifilm 3M (s.f).

#### 2.6.3.2.2. Placas petrifilm para el recuento rápido de mohos y levaduras.

Estas placas tienen un sistema fabricado con un medio de cultivo listo que contiene nutrientes complementados con antibióticos, además, estos tipos de placas facilitan la enumeración de mohos y levaduras, ya que contienen un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador.

Para el recuento de mohos y levaduras el límite máximo permisible en los alimentos de 100 UFC/g (Placas Petrifilm 3M, 2017).



*Figura 16.* Placa Petrifilm para el recuento rápido de mohos y levaduras.  
Fuente: Placas petrifilm 3M (2017).

## **2.7. Costos variables.**

Son aquellos que varían ante los cambios en el volumen de producción. Es decir, los costos variables pueden ser evitables. Ejemplos de este tipo de costos es la mano de obra directa, alimentos, envases, servicios básicos, entre otros (Academia, s.f).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización

La ejecución del proyecto se llevó a cabo en dos lugares, el primero de ellos fue la parroquia rural de Chuquiribamba donde se realizó la definición de la variedad de zanahoria y la adquisición de la materia prima. Esta parroquia se encuentra ubicada al noroeste del cantón de Loja a una altitud de 2723 m.s.n.m., en las coordenadas geográficas 3°50'36,94" Sur y 79° 20'38,95" Oeste; posee un clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo, donde sus temperaturas medias anuales oscilan generalmente entre 12 a 20°C. De acuerdo a la división política, limita al norte con las parroquias de Gualiel y Santiago, al sur con la parroquia Chantaco y el cantón Catamayo, al este con la parroquia Santiago y al oeste con la parroquia El Cisne (ver figura 17).

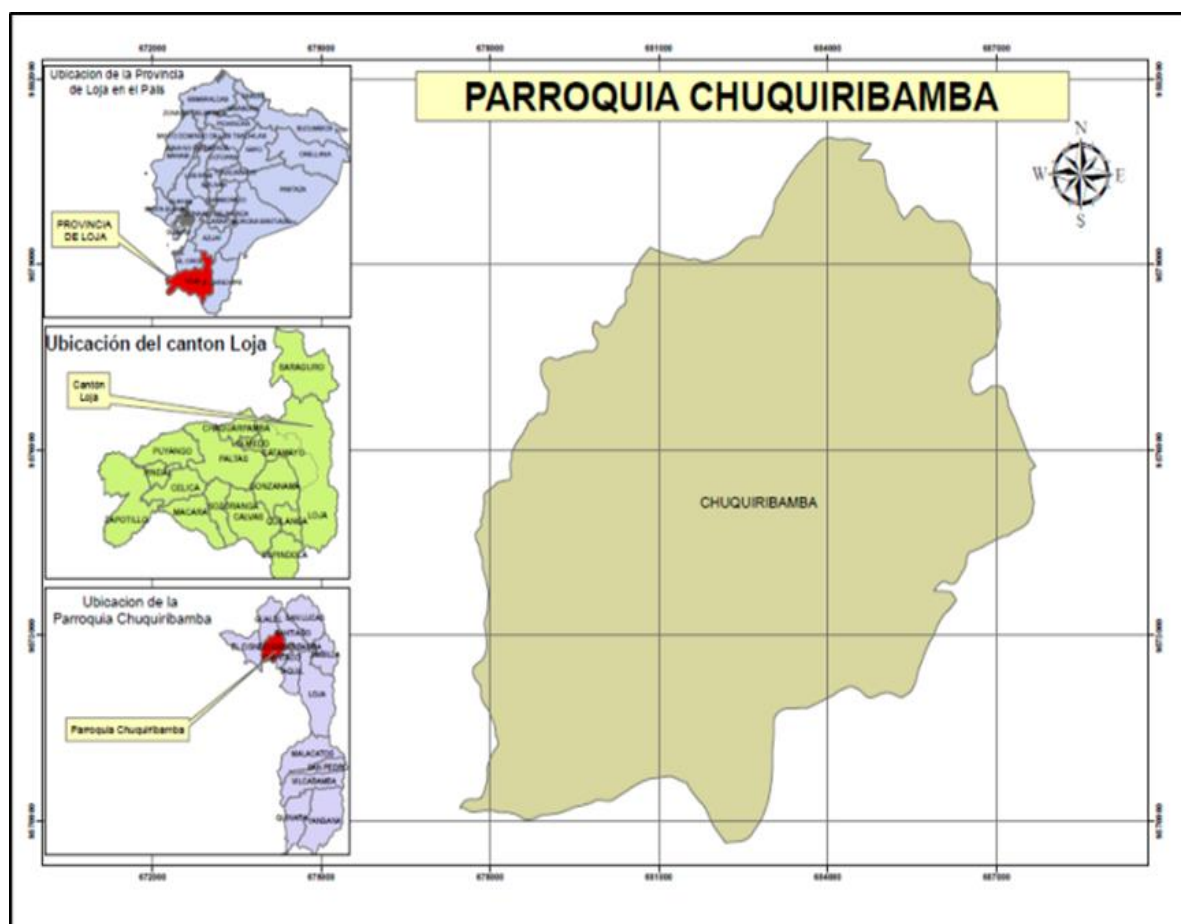


Figura 17. Mapa de ubicación de la parroquia Chuquiribamba

El segundo lugar donde se llevó a cabo el proyecto fueron los laboratorios de Poscosecha de frutas y hortalizas, Suelos-Agua y Bromatología y el laboratorio de Micología de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, ubicados

en la Av. Pío Jaramillo Alvarado y Reinaldo Espinosa (ver figura 18); en estos laboratorios se realizó la parte experimental del proyecto.

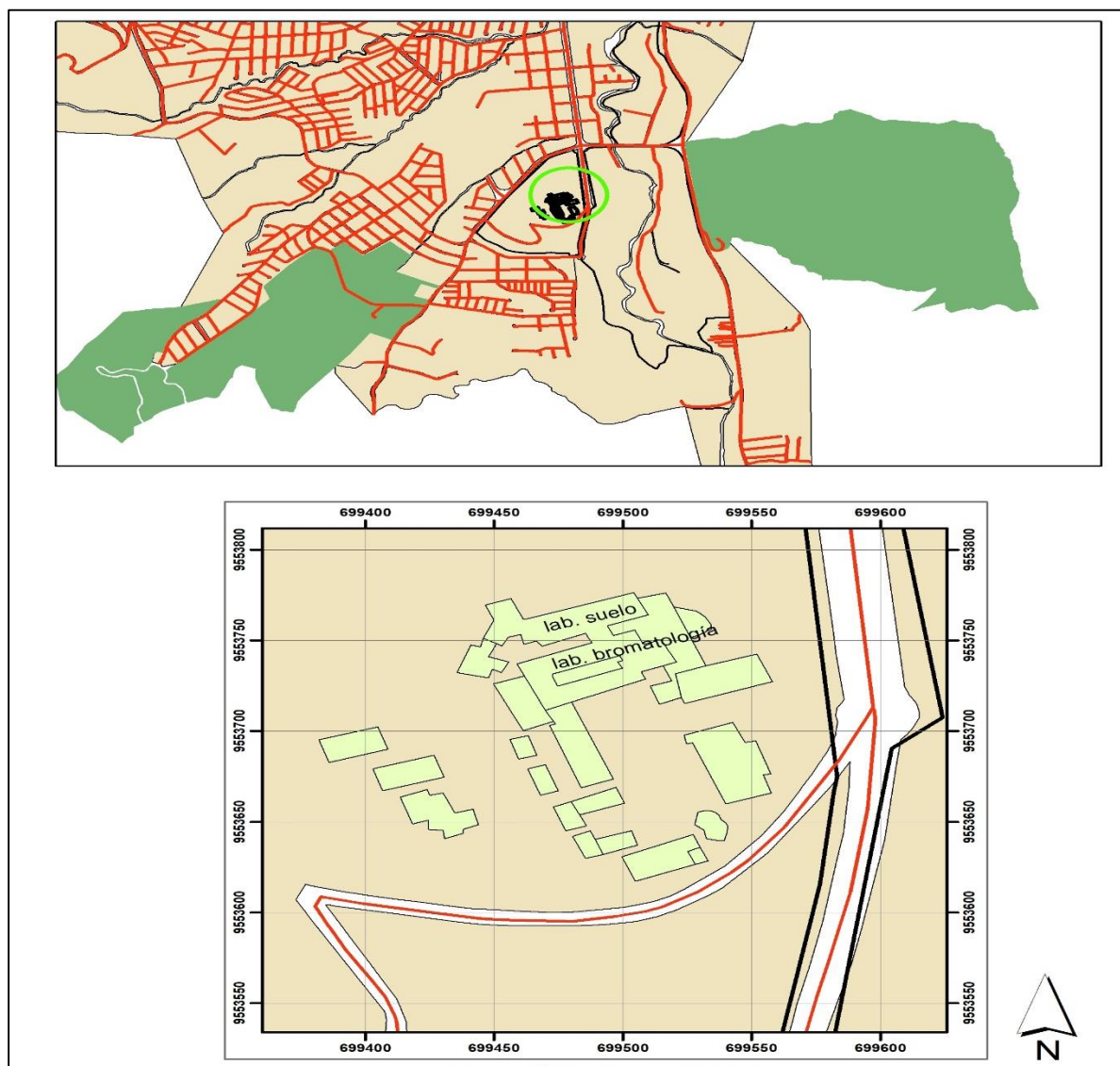


Figura 18. Mapa de ubicación de la matriz de la Universidad Nacional de Loja



## 3.2. Materiales

### 3.2.1. Equipos y materiales de laboratorio.

Los materiales y equipos necesarios para realizar las pruebas en laboratorio fueron: placas petrifilm para mohos y levaduras, y, coliformes totales/*E. coli* de la marca 3M™, vasos precipitados de 100 y 250 ml, tubos de ensayo de 10 ml, probeta de 10 y 90 ml, matraz de 200, 500 y 1000 ml, balón aforado de 1000 ml, termómetro de mercurio rango de medición de 0 a 120°C, pipetas graduadas de 1 y 10 ml, agitador de vidrio, bureta de 50 ml, balanza de precisión marca Ohaus Scout de 600g de precisión  $\pm 0,1$  gramos, pH-metro digital de rango de medición de pH entre 0 y 14; crisoles de porcelana y vidrio, pera de goma, desecador de la marca Pyrex de 3,8 litros de capacidad; equipo extractor de fibra marca Velp Scientifica modelo 6, estufa marca Memmert, mufla marca Furnace, modelo 1300; agitador magnético, equipo Kjeldahl marca Velp Scientific, esterilizador marca Tuttnauer, ozonificador con capacidad de generar 500 mg/h de concentración de ozono, modelo N1668; centriescurridor pro tupperware de 25 cm de diámetro y 18 cm de altura, pelador de cáscaras manual, licuadora Oster de capacidad de 1,25 litros; refrigeradora marca Samsung modelo RT46K6631SL de 452 litros y cocina industrial de un quemador.

### 3.2.2. Reactivos de laboratorio.

Para realizar las pruebas físico - químicas del alimento se utilizaron los siguientes reactivos: ácido sulfúrico a 0,255 y 0,1 N, ácido sulfúrico comercial concentrado a 98 %, hidróxido de sodio 0,313 N, hidróxido de sodio al 50 %, n-octanol BDH Reagents & Chemicals, acetona anhidra ACS (99,9 %) marca Fisher Scientific, ácido bórico al 4 %, cloruro de sodio marca Fisher Scientific, indicador Mortimer: 0,016 % rojo de metilo y 0,083 % de verde de bromocresol en etanol, pastillas catalizadoras Velp Scientifica, agua destilada, agua pectonada al 0,1 %, ácido cítrico ACS marca Fisher Scientific y surfactante tween 20 (polisorbato) marca Fisher Scientific.

### 3.2.3. Insumos.

Para realizar el tratamiento poscosecha de la zanahoria se utilizaron los siguientes productos: zanahoria, cloro marca clorox 6,15 % de concentración, aceite esencial de orégano, fundas ziploc de 1 libra marca Zipper, recipientes plásticos, papel aluminio, bolsas de papel de 2

libras de 10,5 x 20 cm, frascos de plástico, papel secante, cinta adhesiva, cuchillo marca Tramontina de 20 cm, guantes de látex, mascarillas desechables, cofias desechables.

### **3.2.4. Materiales y equipos de oficina.**

En la presente investigación se utilizaron los siguientes: computadora portátil, cámara fotográfica, calculadora, libreta, esferográfico, lápiz, borrador e internet.

### **3.3. Análisis estadístico**

El análisis estadístico de datos se realizó a través del análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software Statgraphics Plus para Windows 5.1 (Manugistics Corp., Rockville, MD), que mediante la prueba de múltiples rangos permitió distinguir los grupos de muestras homogéneas que se obtuvieron en el test LSD con un nivel de significancia del 95 %.

Es importante mencionar que los análisis estadísticos se realizaron considerando el siguiente número de repeticiones: los criterios organolépticos se realizaron con 7 catadores, los análisis físico-químico se llevaron a cabo por triplicado y los análisis microbiológicos se hicieron por duplicado.

### **3.4. Metodología para el primer objetivo**

Establecer los parámetros óptimos de desinfección considerando las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas de la zanahoria.

#### **3.4.1. Definición de la variedad de zanahoria a utilizar.**

Para definir la variedad de zanahoria que se utilizó en la presente investigación, se realizó una visita de campo a la parroquia Chuquiribamba, para conocer la variedad de zanahoria que más produce y se comercializa, para ello se hizo recorridos por huertos de hortalizas de pequeños productores de la zona.

#### **3.4.2. Pruebas preliminares de tipo y concentración de desinfectantes.**

Para realizar las pruebas preliminares se seleccionaron cuatro tipos de productos en tres concentraciones diferentes, las cuales fueron aplicadas en la etapa de desinfección de la zanahoria entera y cortada en cubitos, los tipos y concentraciones fueron seleccionados en base a una revisión

de literatura, donde se establecen que los desinfectantes químicos más comunes para eliminar microorganismos patógenos son el hipoclorito de sodio o cloro y el ozono; sin embargo, existen otros productos naturales como algunos aceites esenciales que tienen propiedades antibacterianas como por ejemplo el aceite esencial de orégano y tomillo.

En base a lo antes mencionado, como se observa en la tabla 3 se decidió realizar los ensayos preliminares con hipoclorito de sodio en concentraciones de 50, 100 y 150 ppm; aceite esencial de orégano y tomillo en cantidades de 20, 30 y 40 ppm; y con ozono (500 mg/h) durante 5 y 10 minutos de exposición con el alimento. Además, es importante recalcar que, excepto la etapa de desinfección, las etapas de poscosecha se mantuvieron constantes, es decir: las zanahorias fueron cortadas en forma de cubitos con un tamaño aproximado de 0,5 cm de cada lado, el escaldado se llevó a cabo en una solución de agua y ácido cítrico al 1 % y a una temperatura de 50°C; el envasado fue realizado en fundas ziploc y el almacenamiento se efectuó a 3°C.

Tabla 3.

*Tratamientos en la etapa de desinfección de la zanahoria en cubitos*

Tratamientos	Concentración (ppm)
T1 (testigo)	-
	50
T2 (cloro)	10
	200
T3 (aceite orégano)	20
	30
	40
T3 (aceite tomillo)	20
	30
	40
T4 (ozono)	10
	20

Fuente: El autor

En la figura 19 se presenta el diagrama de flujo del manejo poscosecha de la zanahoria cortada en cubitos.

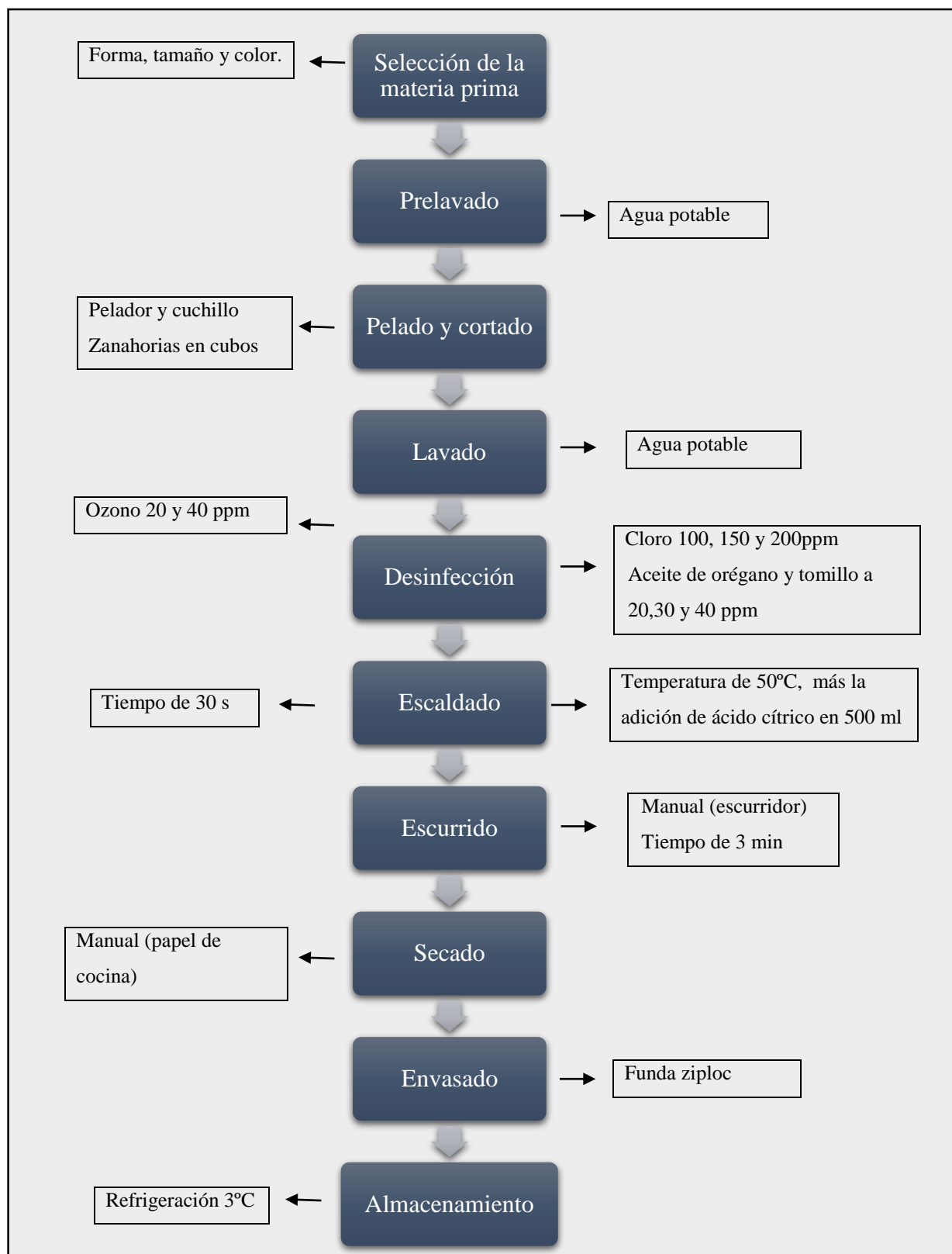


Figura 19. Diagrama de flujo del manejo poscosecha de la zanahoria cortada en cubitos  
Fuente: El autor.

A continuación, se describe cada una de las etapas del manejo poscosecha del producto de estudio.

#### ***3.4.2.1. Selección de la materia prima***

En esta fase se seleccionó las zanahorias con mejor apariencia y uniformidad del tamaño de acuerdo a la norma INEN 1747 (ver anexo 1), en la que se señala que las zanahorias deben presentar características de calidad tales como: enteras, bien formadas, consistentes y frescas.

#### ***3.4.2.2. Prelavado.***

Se usó agua potable para remover impurezas procedentes del suelo como tierra, insectos, polvo, piedrecilla, entre otros (ver anexo 12).

#### ***3.4.2.3. Pelado y corte.***

En esta fase se eliminó toda la epidermis (cáscara) de las zanahorias mediante un proceso manual usando un pelador, luego se realizó el corte en forma de cubos cuyas dimensiones aproximadas fueron de 0,5 cm de lado (ver anexo 12).

#### ***3.4.2.4. Lavado.***

Se realizó con agua potable con el fin de remover las impurezas como partículas de polvo que se producen durante el cortado de las zanahorias (ver anexo 12).

#### ***3.4.2.5. Desinfección.***

Para realizar esta etapa se tomó en cuenta los tipos y concentraciones de desinfectante que se describieron en la tabla 3. A continuación se detalla el procedimiento que se aplicó para la preparación y aplicación de los desinfectantes utilizados en la presente investigación.

##### ***3.4.2.5.1. Hipoclorito de sodio.***

Para preparar la solución desinfectante de hipoclorito de sodio, se tomó en cuenta las concentraciones del cloro comercial (6,15 %) y las del desinfectante a preparar (50, 100 y 150 ppm); mediante la fórmula de la figura 20 se determinó la cantidad de cloro que se debe agregar en una cierta cantidad de agua (para esta investigación se utilizó 500 ml).

$$\text{Cantidad de desinfectante (mL)} = \frac{\text{ppm necesarias} \times \text{volumen requerido (mL)}}{\% \text{ del desinfectante} \times \text{factor de dilución (10 000)}}$$

Figura 20. Fórmula para determinar la cantidad de hipoclorito de sodio

Fuente: El autor.

Dónde:

ppm necesaria = Partes por millón de cloro a utilizar

volumen requerido = Volumen de solución de agua e hipoclorito (ml)

% del desinfectante = Concentración del cloro comercial (%)

En la tabla 4 se resume los resultados de los cálculos realizados (ver anexo 2) para determinar la cantidad de cloro que se debe añadir para las tres concentraciones.

Tabla 4.

*Volumen de cloro comercial a disolver en 500 ml de agua*

Concentración (ppm)	Volumen de cloro (ml)
50	0,41
100	0,81
150	1,21

Fuente: El autor.

Una vez realizado los cálculos, se llevó a cabo el proceso de desinfección que consistió en sumergir 227 gramos de zanahoria cortada en cubitos en 500 ml de solución desinfectante de hipoclorito de sodio durante tres minutos. Este procedimiento se aplicó en las tres concentraciones que constan en la tabla 3.

#### 3.4.2.5.2. Aceite de orégano y tomillo.

Igual que el procedimiento anterior, para preparar la solución desinfectante de aceite esencial de orégano se tomó en cuenta las concentraciones de desinfectante a preparar (20, 30 y 40 ppm); y, mediante la fórmula de la figura 21, se determinó la cantidad de aceite que se debe agregar en 500 ml de agua. Es importante destacar que para la unión de las partículas de aceite y agua se empleó el surfactante tween 20 de tres a cuatro gotas, y con la ayuda de un agitador de vidrio, se mezcló la solución durante dos minutos y se observó la formación de espuma, el cual se tomó como indicativo para comprobar la formación de una mezcla homogénea.

$$V_{ae} = \frac{ppm \times V_S}{\delta_{ae} \times 1000}$$

Figura 21. Fórmula para determinar la cantidad de aceite de orégano  
Fuente: El autor.

Dónde:

$V_{ae}$  = Volumen del aceite esencial (ml)

ppm = Partes por millón del aceite esencial (mg/l)

$V_S$  = Volumen de la solución (L)

$\delta_{ae}$  = Densidad del aceite esencial (g/ml)

1000 = factor de conversión

En la tabla 5 se resume los resultados de los cálculos realizados (ver anexo 3) para determinar la cantidad de aceite esencial de orégano y tomillo que se debe añadir para cada concentración requerida.

Tabla 5.

*Volumen de aceite esencial de orégano y tomillo a disolver en 500 ml de agua*

Concentración (ppm)	Volumen de aceite (ml)
20	0,010
30	0,016
40	0,021

Fuente: El autor.

Con los cálculos realizados se procedió con la desinfección que consistió en sumergir 227 gramos de zanahoria cortada en cubitos en 500 ml de solución desinfectante de aceite esencial de orégano durante cinco minutos; este procedimiento se aplicó en las tres concentraciones que se presenta en la tabla 3.

#### 3.4.2.5.3. Ozono.

De acuerdo a las indicaciones del fabricante del ozonificador se decidió aplicar el ozono durante 5 y 10 minutos; en el primer caso se consigue preservar los alimentos frescos desinfectándolo al alimento, mientras que en segundo caso se eliminan bacterias de la superficie de las frutas y vegetales. Para determinar la concentración de ozono que se añade a la solución desinfectante, se tomó en cuenta la capacidad de producción de ozono del ozonificador y los

tiempos de desinfección; mediante la aplicación de la fórmula de la figura 22 se estableció los valores expresados en partes por millón (ver tabla 6). Es importante aclarar que para manipular este equipo debe estar colocado en un lugar más alto que el nivel de agua a desinfectar (evitar reflujos del agua hacia el equipo). En el anexo 4 se resume el procedimiento de los cálculos realizados. (ver anexo 3).

$$C_o = \frac{t \times C_{OE}}{V_d}$$

Figura 22. Fórmula para determinar la concentración de ozono

Fuente: El autor.

Dónde:

$C_o$  = Concentración de ozono (mg/L) o (ppm)

$t$  = Tiempo de desinfección (h)

$C_{OE}$  = Concentración de ozono del equipo ozonificador (mg/h)

$V_d$  = Volumen de disolución (L)

Tabla 6.

*Concentración y tiempo de desinfección con ozono*

Concentración (ppm)	Tiempo de desinfección (min.)
20	5
40	10

Fuente: El autor.

El proceso de desinfección se llevó a cabo de la siguiente forma, se sumergió 227 g de muestra de zanahoria cortada en cubos en un volumen de agua de 2.000 ml, en la solución se colocó el tubo de salida de aire que contiene el difusor cerámico, el cual transporta el ozono al agua (ver anexo 12).

#### **3.4.2.6. Escaldado**

Las zanahorias cortadas en cubitos y desinfectadas fueron escaldadas a 50°C en una solución de ácido cítrico al 1% (fija el color y evita el ablandamiento). Para determinar la cantidad de este compuesto a añadir (5 gramos) a 500 ml de agua, se utilizó la fórmula de la figura 23.



$$C_s = \frac{C_{ac} \times v_s}{100}$$

Figura 23. Fórmula para determinar la cantidad de ácido cítrico  
Fuente: El autor.

Dónde:

$C_s$  = Cantidad de ácido cítrico (g)

$C_{ac}$  = Concentración del ácido cítrico (%)

$v_s$  = Volumen de solución (ml)

El proceso de escaldado consistió en sumergir cada una de las muestras desinfectadas en la solución preparada (5 gramos de ácido cítrico y 500 ml de agua) durante 30 segundos, las muestras escaldadas fueron retiradas con la ayuda de un cernidor, e inmediatamente fueron enfriadas en agua fría (8 °C) durante 30 segundos con la finalidad aplicarle el choque térmico (ver anexo 12).

#### **3.4.2.7. Ecurrido.**

Se realizó de manera manual utilizando el centriescurridor Pro tupperware, en donde se colocó la zanahoria cortada en cubitos en la canastilla (se realizó en cada una de las muestras de los tratamientos descritos en la tabla 2) y se selló el escurridor, luego se giró la manivela y empezó el proceso de centrifugado (3 minutos) donde se eliminó el exceso de humedad presente en la superficie de las zanahorias (ver anexo 12).

#### **3.4.2.8. Secado.**

En esta etapa se utilizó papel secante para retirar los restos de agua que todavía estaba presente en el producto (ver anexo 12).

#### **3.4.2.9. Envasado.**

Las zanahorias cortadas en cubitos fueron envasadas en fundas ziploc (ver anexo 12).

#### **3.4.2.10. Almacenamiento.**

Las muestras preparadas fueron almacenadas en un refrigerador a 3°C (ver anexo 12).

Una vez realizadas las pruebas preliminares se tiene que llevar a cabo una evaluación organoléptica para que, con estos resultados preliminares, establecer los tratamientos definitivos.

### **3.4.3. Definición de los tratamientos en función del tipo y concentración de desinfectante para pruebas definitivas.**

Los desinfectantes definidos anteriormente, se seleccionó una concentración de cada uno de ellos; estas concentraciones fueron seleccionadas en base al tiempo de almacenamiento y a los resultados del análisis organoléptico obtenido en las pruebas preliminares. Una vez definido los tratamientos para las pruebas finales se procedió a realizar el manejo poscosecha de la zanahoria.

### **3.4.4. Análisis organoléptico, físico-químico y microbiológico de las pruebas definitivas.**

Una vez cumplido con el manejo poscosecha de la zanahoria, se procedió a realizar los análisis organolépticos, físico-químico y microbiológico, tanto al inicio como al final de la vida comercial del producto.

En el análisis organoléptico se evaluó los atributivos de color, sabor y textura, en las pruebas físico-químicas se valoró la composición nutricional considerando los macronutrientes (fibra cruda, proteína, cenizas), humedad; mientras que en las pruebas microbiológicas se determinó mohos y levaduras, *Escherichia coli* y coliformes totales. A continuación, se describe los procedimientos que fueron llevados a cabo para realizar los análisis antes señalados.

#### ***3.4.4.1. Análisis organolépticos.***

Este análisis se realizó con un panel de 8 catadores que evaluarán cada 7 días las características organolépticas del producto (color, sabor y textura). A cada persona se le entregó una bandeja que contenía 10 gramos de zanahoria cortada en cubitos y un registro para la evaluación de los atributos organolépticos (ver anexo 13); este último fue completado en base a una calificación (para cada atributo) usando la escala hedónica numérica de cinco puntos que se presenta en la tabla 7.

Tabla 7.  
*Escala hedónica utilizada para la evaluación organoléptica*

Valoración de la escala	Atributos organolépticos		
	Color	Sabor	Textura
5	Naranja oscuro intenso	Muy bueno	Muy firme
4	Naranja oscuro poco intenso	Bueno	Firme
3	Naranja pálido	Ligeramente dulce	Poco firme
2	Pálido	Levemente dulce	Poco blanda
1	No tiene	No tiene	Muy blanda

Fuente: El autor.

#### **3.4.4.2. Análisis físico-químico.**

Para este análisis se realizaron pruebas de contenido de humedad, proteína, fibra, carbohidratos y ceniza con tres repeticiones.

##### *3.4.4.2.1. Porcentaje de humedad.*

Para determinar el contenido de humedad de las muestras primero se realizó determinación de materia seca por el método gravímetro, luego se determinó la materia seca total (MST) y finalmente se realizó el cálculo de humedad total y materia seca; los protocolos para la zanahoria se presentan en el anexo 6.

##### *3.4.4.2.2. Determinación de cenizas.*

Se colocó los crisoles de humedad en la mufla a 600°C, durante tres horas hasta conseguir que la muestra sea de color blanca grisácea, luego se colocó los crisoles en el desecador hasta que se enfríen y se realizó el pesado de las muestras.

Para determinar el porcentaje de cenizas se aplicó la siguiente fórmula:

$$\%_C = \frac{P_{cc} - P_{cv}}{P_m} \times 100$$

Figura 24. Fórmula para determinar el porcentaje de cenizas

Fuente: El autor.

Dónde:

$\%_C$  = Porcentaje de cenizas (%)

$P_{cc}$  = Peso del crisol con las cenizas (g)

$P_{cv}$  = Peso del crisol vacío (g)

$P_m$  = Peso de la muestra (g)

#### 3.4.4.2.3. *Determinación de proteína.*

Se determinó el contenido de proteína de cada uno de los tratamientos por el método de Kjeldahl el cual se describe en el anexo 7, mediante tres procesos denominados digestión, destilación y titulación.

#### 3.4.4.2.4. *Determinación de fibra.*

La determinación de fibra se realizó mediante dos hidrólisis: ácida y básica. El protocolo se describe en el anexo 8.

#### 3.4.4.2.5. *Determinación de carbohidratos.*

Se determinó el porcentaje de carbohidratos mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ carbohidratos} = 100 - \% \text{ H} - \% \text{ P} - \% \text{ C}$$

Dónde:

H = Porcentaje de humedad.

P = Porcentaje de proteína.

C = Porcentaje de cenizas.

#### 3.4.4.3. *Análisis microbiológico.*

En este análisis se evaluaron mohos y levaduras, *E. coli* y coliformes totales, para lo cual se siguieron los siguientes procedimientos: para la preparación, homogenización y dilución de las muestras se utilizó el procedimiento de Holguín et al. (2000) (ver anexo 9), para el caso de la siembra, incubación y recuento de microorganismos se usó el protocolo de la guía de interpretación de las placas Petrifilm 3M<sup>TM</sup>, el cual se rigen de acuerdo a la norma de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC) método oficial 991.14 para coliformes/*E. coli* (ver anexo 10) y AOAC método oficial 997.02 mohos y levaduras (ver anexo 11).

### **3.4. Metodología para el segundo objetivo**

Determinar el mejor tratamiento de desinfección en función de los cambios físico-químicos, organolépticos y microbiológicos.

#### **3.4.1. Definición del tiempo de vida útil del producto en función de los análisis físico-químicos microbiológico y organoléptico.**

Para definir el tiempo de vida útil del producto, se tomó en cuenta los resultados obtenidos de los análisis organolépticos, microbiológicos y físico-químicos de los tratamientos definitivos; específicamente se seleccionó el tratamiento que conservó durante mayor tiempo las características de calidad de la zanahoria.

### **3.5. Metodología para el tercer objetivo**

Determinar los costos variables de producción del mejor tratamiento.

Para llevar a cabo la metodología para este objetivo, primero se partió del mejor tratamiento definido en el objetivo anterior, luego se tomó en cuenta los costos variables correspondientes a insumos, materiales y mano de obra necesarios para producir 227 gramos de zanahoria en cubitos envasada; adicionalmente, se determinó el precio de venta del producto en estudio, con el fin de realizar una comparación entre este y los que se venden en los supermercados de la localidad.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados que se obtuvieron en la presente investigación fueron los siguientes:

### **4.1. Establecimiento los parámetros óptimos de desinfección considerando las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas de la zanahoria**

#### **4.1.1. Definición de la variedad de zanahoria a utilizar.**

De acuerdo a la visita de campo y recorridos que se realizaron por los huertos de hortalizas de pequeños productores de Chuquiribamba, se determinó que la variedad de zanahoria que más produce y comercializa es la esmeralda, la cual se cosecho a los 120 días en las fechas del 25 de febrero y 11 de mayo del 2019.

#### **4.1.2. Resultados de las pruebas preliminares de tipo y concentración de desinfectantes.**

Para las pruebas preliminares las zanahorias fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio a concentraciones de 50, 100 y 150 ppm, aceite esencial de orégano y tomillo en cantidades de 20, 30 y 40 ppm y ozono con 20 y 40 ppm.

Los productos elaborados de zanahoria fueron evaluados de acuerdo a los parámetros organolépticos de color, sabor y textura en dos periodos diferentes; el primero de ellos ( $T_o$ ) se realizó inmediatamente después de elaboradas los productos y el segundo ( $T_f$ ) se efectuó en el momento en que las características del producto presentaban características de una madurez comercial (escala hedónica). Es importante señalar que las zanahorias enteras alcanzaron un tiempo de almacenamiento de tres meses, por lo cual fueron descartadas para la evaluación debido al tiempo de la investigación.

A continuación, en la tabla 8 se presenta los resultados de los tratamientos preliminares, de la evaluación organoléptica con respecto al tiempo de almacenamiento para la zanahoria cortada en cubitos y envasada.

Tabla 8.

*Resultados de los tratamientos preliminares de la evaluación organoléptica con respecto al tiempo de almacenamiento de la zanahoria cortada en cubitos y envasada*

Tratamiento	Concentración (ppm)	Tiempo de almacenamiento (días)	Atributos					
			Color		Sabor		Textura	
			T <sub>0</sub>	T <sub>f</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>f</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>f</sub>
Testigo	-	10	4,8(0,2) <sup>aw</sup>	2,5(0,1) <sup>ax</sup>	4,6(0,1) <sup>aw</sup>	2,4(0,2) <sup>ax</sup>	4,7(0,2) <sup>aw</sup>	4,3(0,1) <sup>ax</sup>
Hipoclorito de sodio	50	15	4,8(0,2) <sup>aw</sup>	2,5(0,1) <sup>ax</sup>	4,6(0,1) <sup>aw</sup>	2,4(0,2) <sup>ax</sup>	4,7(0,2) <sup>aw</sup>	4,3(0,1) <sup>ax</sup>
	100	28	4,9(0,2) <sup>aw</sup>	2,6(0,2) <sup>ax</sup>	4,9(0,2) <sup>aw</sup>	2,5(0,3) <sup>ax</sup>	4,9(0,2) <sup>aw</sup>	4,4(0,2) <sup>ax</sup>
	150	18	4,8(0,1) <sup>aw</sup>	2,3(0,1) <sup>ax</sup>	4,3(0,2) <sup>aw</sup>	2,2(0,2) <sup>ax</sup>	4,7(0,2) <sup>aw</sup>	4,3(0,1) <sup>ax</sup>
Aceite esencial de orégano	20	16	4,7(0,2) <sup>aw</sup>	2,2(0,1) <sup>ax</sup>	4,8(0,1) <sup>aw</sup>	2,1(0,3) <sup>ax</sup>	4,7(0,2) <sup>aw</sup>	4,2(0,2) <sup>ax</sup>
	30	32	4,9(0,2) <sup>aw</sup>	2,3(0,2) <sup>ax</sup>	4,8(0,1) <sup>aw</sup>	2,3(0,1) <sup>ax</sup>	4,8(0,1) <sup>aw</sup>	4,3(0,1) <sup>ax</sup>
	40	16	4,8(0,1) <sup>aw</sup>	2,1(0,2) <sup>ax</sup>	4,7(0,2) <sup>aw</sup>	2,1(0,3) <sup>ax</sup>	4,7(0,2) <sup>aw</sup>	4,1(0,2) <sup>ax</sup>
Aceite esencial de tomillo	20	20	4,5(0,2) <sup>aw</sup>	2,1(0,1) <sup>ax</sup>	4,6(0,1) <sup>aw</sup>	2,1(0,3) <sup>ax</sup>	4,6(0,2) <sup>aw</sup>	4,3(0,1) <sup>ax</sup>
	30	15	4,6(0,1) <sup>aw</sup>	2,2(0,2) <sup>ax</sup>	4,7(0,2) <sup>aw</sup>	2,4(0,2) <sup>ax</sup>	4,7(0,1) <sup>aw</sup>	4,3(0,1) <sup>ax</sup>
	40	18	4,6(0,1) <sup>aw</sup>	2,1(0,1) <sup>ax</sup>	4,6(0,1) <sup>aw</sup>	2,1(0,3) <sup>ax</sup>	4,6(0,2) <sup>aw</sup>	4,2(0,2) <sup>ax</sup>
Ozono	20	16	4,7(0,2) <sup>aw</sup>	2,2(0,2) <sup>ax</sup>	4,8(0,19) <sup>aw</sup>	2,1(0,3) <sup>ax</sup>	4,8(0,1) <sup>aw</sup>	4,2(0,2) <sup>ax</sup>
	40	27	4,9(0,2) <sup>aw</sup>	2,3(0,1) <sup>ax</sup>	4,9(0,1) <sup>aw</sup>	2,4(0,2) <sup>ax</sup>	4,9(0,2) <sup>aw</sup>	4,3(0,1) <sup>ax</sup>

a.,.: Diferentes superíndices dentro de la misma columna, indica que existe diferencias significativas debido a los tratamientos ( $p < 0,05$ ).

w-x: Diferentes superíndices dentro de la misma fila (atributo) indica que existe diferencias significativas debido al tiempo de almacenamiento ( $p < 0,05$ ).

Fuente: El autor

De acuerdo a la tabla 8, se observa que la muestra sin desinfectar (testigo) tuvo menor tiempo de almacenamiento (10 días) en comparación con los tratamientos que tuvieron desinfección (15 a 32 días). Como se comentó en la revisión de literatura este resultado se debe a la capacidad antibacteriana que presentan los desinfectantes y al efecto de las bajas temperaturas para ralentizar los procesos de deterioro de los alimentos. Otros autores también encontraron que aplicando desinfectantes se puede conservar durante mayor tiempo las características de calidad de la zanahoria, tal es así que; González, Palacios y Martínez (2013) observó que la zanahoria cortada con ácido peracético a 95 ppm conservo la calidad organoléptica durante 15 días.

En las zanahorias que fueron desinfectadas se puede evidenciar que para cada desinfectante existe una concentración en la cual se consigue un mayor tiempo de almacenamiento; por ejemplo, en el caso de las zanahorias desinfectadas con hipoclorito de sodio a 100 ppm se mantuvo 25 días en refrigeración, mientras que aquellas tratadas a concentraciones de 50 y 150 ppm, se conservaron entre 15 y 18 días en almacenamiento, respectivamente. Otros investigadores encontraron un comportamiento similar, por ejemplo, González, Palacios y Martínez (2013) observaron que aplicando una concentración de 100 ppm de hipoclorito de sodio durante 3 minutos en zanahoria cortada en cubitos se podía almacenar 15 días.

Además, es importante destacar que las zanahorias que fueron desinfectadas con aceite esencial de orégano alcanzaron mayor tiempo de almacenamiento (32 días) en relación a los demás tratamientos con desinfectantes. De la misma forma, otros autores demostraron la efectividad que tiene el aceite de orégano para mantener la calidad de los alimentos durante mayor tiempo, Chuquitarco (2014) señala que aplicando aceite esencial de orégano a 250 ppm se puede conseguir buenos resultados para desinfectar la col morada.

En cuanto al análisis organoléptico se puede observar que en todos los tratamientos con desinfectantes a  $T_0$ , los atributos de color, sabor y textura tuvieron valores cercanos a 5, lo cual equivale según la escala hedónica a una calificación excelente; sin embargo, a  $T_f$  para los atributos de color y sabor existe un descenso en la calificación que va de 2 a 3 a excepción del atributo textura que se mantuvo con buenas calificaciones, por ejemplo, los productos presentaron en la etapa inicial un color naranja oscuro intenso con un sabor muy dulce mientras que al pasar el tiempo de refrigeración la zanahoria presento un color naranja pálido con un sabor ligeramente



dulce durante su almacenamiento. Igualmente, estos resultados obtenidos en la evaluación organoléptica tiene similitud con otros resultados como el que obtuvieron González, Palacios y Martínez (2013) quienes evaluaron organolépticamente la zanahoria cortada y desinfectada con ácido peracético a 95 ppm, mediante una escala hedónica (cinco puntos) durante 15 días de almacenamiento; y observaron que los atributos de color y sabor durante los primeros días obtuvieron una calificación de 4,5 correspondiente a naranja brillante y 4,8 igual a dulce característico, respectivamente; sin embargo a los 15 días, las calificaciones de color y sabor descendieron a 3,5 (color naranja) y 3,8 (sabor levemente dulce), respectivamente.

Por otro lado, no se observa grandes cambios en el atributo textura con respecto al tiempo de almacenamiento, en general se observa que los valores cambian de 4,7 a 4,1 en todos los tratamientos, lo cual es beneficioso desde el punto de vista de la calidad del producto; así mismo, estos resultados son similares a los encontrados en otras investigaciones, por ejemplo, Inca (2012) evaluó tres tipos de desinfectantes (cloro, peróxido de hidrogeno y yodo) a una concentración de 100 ppm en lechugas, zanahoria y rábanos; y observo que el atributo textura se mantuvo durante 8 días de almacenamiento, obteniendo una calificación inicial de 5 y al final de 4,9 puntos.

#### **4.1.3. Definición de los tratamientos en función del tipo y concentración de desinfectante para pruebas definitivas**

De los cuatro desinfectantes empleados en las pruebas preliminares para la desinfección de la zanahoria cortada en cubitos, se seleccionaron tres de ellos, debido a que presentaron mayor tiempo de almacenamiento; por lo tanto, las pruebas definitivas fueron llevadas a cabo con hipoclorito de sodio a una concentración de 100 ppm, aceite esencial de orégano a 30 ppm y ozono a 20 ppm (ver tabla 9) ; en el caso de las zanahorias desinfectadas con aceite esencial de tomillo fueron descartadas debido a que en todas las concentraciones evaluadas se obtuvieron tiempo de almacenamiento menores que los demás desinfectantes como se puede corroborar en la tabla 8.

Tabla 9.  
*Tratamientos definitivos de desinfectantes vs concentraciones*

<b>Tratamientos</b>	<b>Concentración (ppm)</b>
T <sub>1</sub> (testigo)	-
T <sub>2</sub> (hipoclorito de sodio)	100
T <sub>3</sub> (ozono)	40
T <sub>4</sub> (aceite orégano)	30

Fuente: El autor

#### **4.1.4. Resultados del análisis organoléptico, físico-químico y microbiológico de las pruebas definitivas.**

Una vez definido el tipo y concentraciones de desinfectante de las pruebas definitivas, se realizó el proceso poscosecha (ver figura 19) para la elaboración de las zanahorias cortadas en cubitos y envasadas, tomando en consideración los valores definidos para la etapa de desinfección. Para evaluar la calidad e inocuidad de los productos elaborados se realizó los análisis organolépticos, físico-químico y microbiológicos, cuyos resultados se presentan a continuación.

##### **4.1.4.1. Resultados del análisis organoléptico.**

Los resultados organolépticos de las pruebas definitivas son los siguientes:

**Tabla 10.**

*Resultados del análisis organoléptico y tiempo de almacenamiento de los tratamientos correspondientes a las pruebas definitivas de zanahoria cortada en cubitos y envasada*

Tiempo de almacenamiento (días)	Atributos											
	Color				Sabor				Textura			
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
0	4,8(0,3) <sup>aw</sup>	4,9(0,4) <sup>aw</sup>	4,9(0,4) <sup>aw</sup>	4,9(0,4) <sup>aw</sup>	4,7(0,3) <sup>aw</sup>	4,9(0,2) <sup>aw</sup>	4,8(0,2) <sup>aw</sup>	4,9(0,3) <sup>aw</sup>	4,8(0,5) <sup>aw</sup>	4,9(0,4) <sup>aw</sup>	4,9(0,4) <sup>aw</sup>	4,9(0,4) <sup>aw</sup>
7	3,5(0,3) <sup>bw</sup>	4,4(0,3) <sup>bx</sup>	4,3(0,3) <sup>bx</sup>	4,6(0,5) <sup>abx</sup>	4,2(0,2) <sup>bw</sup>	4,9(0,4) <sup>ax</sup>	4,7(0,4) <sup>ax</sup>	4,9(0,2) <sup>ax</sup>	4,8(0,5) <sup>aw</sup>	4,9(0,4) <sup>aw</sup>	4,9(0,4) <sup>aw</sup>	4,9(0,4) <sup>aw</sup>
14	2,5(0,4) <sup>cw</sup>	3,5(0,2) <sup>cx</sup>	3,5(0,3) <sup>cx</sup>	4,3(0,5) <sup>bcy</sup>	2,1(0,1) <sup>cw</sup>	3,6(0,5) <sup>bx</sup>	3,5(0,3) <sup>bx</sup>	4,5(0,2) <sup>by</sup>	4,1(0,2) <sup>bw</sup>	4,5(0,5) <sup>abw</sup>	4,5(0,5) <sup>abw</sup>	4,6(0,5) <sup>abw</sup>
21		3,0(0,2) <sup>dw</sup>	3,1(0,3) <sup>dw</sup>	4,0(0,2) <sup>cdx</sup>		2,9(0,4) <sup>cw</sup>	3,0(0,1) <sup>cw</sup>	4,1(0,2) <sup>cx</sup>		4,3(0,5) <sup>bcw</sup>	4,3(0,4) <sup>bw</sup>	4,5(0,2) <sup>abw</sup>
28		2,1(0,2) <sup>ew</sup>	2,3(0,2) <sup>ew</sup>	3,8(0,3) <sup>dx</sup>		1,9(0,4) <sup>dw</sup>	1,8(0,2) <sup>dw</sup>	3,8(0,2) <sup>cx</sup>		4,0(0,2) <sup>cw</sup>	4,1(0,3) <sup>bwx</sup>	4,4(0,3) <sup>abx</sup>
35				2,6(0,3) <sup>e</sup>				3,3(0,3) <sup>d</sup>				4,3(0,5) <sup>a</sup>

a-e: Diferentes superíndices dentro de la misma columna, indica que existe diferencias significativas debido al tiempo de almacenamiento ( $p < 0,05$ ).

w-y: Diferentes superíndices dentro de la misma fila (atributo), indica que existe diferencias significativas debido a los tratamientos ( $p < 0,05$ ).

Fuente: El autor

En la tabla 10 se presenta los resultados del análisis organoléptico de los tratamientos definitivos para la zanahoria cortada en cubitos y envasada; se observa que el tratamiento testigo (T<sub>1</sub>) tuvo el menor tiempo de almacenamiento (14 días), mientras que los tratamientos con hipoclorito de sodio (T<sub>2</sub>) y ozono (T<sub>3</sub>) se mantuvieron 28 días en refrigeración; además, como se evidenció en los resultados de las pruebas preliminares, la zanahoria desinfectada con aceite esencial de orégano (T<sub>4</sub>) obtuvo el mayor tiempo de almacenamiento, esto es 35 días.

Por otro lado, se observa que a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento existe un descenso de los valores referentes a los atributos de color, sabor y textura, lo cual se contrasta con el análisis estadístico que indica la existencia de diferencia significativa entre los valores de las medias de los tratamientos para cada atributo y el tiempo de almacenamiento, considerando un nivel de confianza del 95%.

Con respecto a los atributos organolépticos, el parámetro color fue evaluado cada 7 días en cada tratamiento; es importante mencionar que en el tiempo cero o inicio todos los tratamientos tuvieron calificaciones entre 4,7 a 4,9, lo cual significa que las zanahorias cortadas en cubitos presentaron un color de naranja oscuro intenso. El tratamiento T<sub>4</sub> tuvo un tiempo de almacenamiento de 35 días con respecto a los otros, desde el día 7 hasta el 28 tuvo una mínima variación presentando un color de naranja oscuro intenso a naranja oscuro cuyas calificaciones se encontraban en el rango de 4,6 a 3,8. En el caso del sabor, al inicio se obtuvo un valor de 4,9; el cual indica que el producto tenía un sabor muy bueno, sin embargo, con el pasar el tiempo de almacenamiento se obtuvo una calificación 3,3 que de acuerdo a la escala hedónica corresponde a una calificación equivalente del sabor ligeramente dulce. Finalmente, en el caso de la textura hubo una ligera disminución en su evaluación (4,9 a 4,3) a lo largo del tiempo que se contrastó con el análisis estadístico para un nivel de confianza del 95%.

Es importante indicar que los resultados del análisis organoléptico de los tratamientos definitivos y preliminares tienen un comportamiento similar, tanto en el tiempo de almacenamiento como en los valores de los atributos.

#### ***4.1.4.2. Resultados del análisis físico – químico.***

Los resultados del análisis físico-químico fueron de la etapa de refrigeración, en donde se analizó los siguientes nutrientes: contenido de agua, fibra, proteína, cenizas y carbohidratos. Para comprobar si el tiempo de almacenamiento en refrigeración y los desinfectantes influye sobre la calidad nutricional de las zanahorias, se realizó el análisis físico-químico en dos tiempos de almacenamiento, esto es al inicio ( $T_0$ ) y al final ( $T_f$ ). En tabla 11 se muestra los resultados para los tratamientos definitivos.

Tabla 11.

*Resultados del análisis físico- químico de las pruebas definitivas en relación al tiempo inicial y final de almacenamiento*

Tratamiento	Humedad (%)		Proteína (%)		Carbohidratos (%)		Fibra (%)		Cenizas (%)	
	T <sub>0</sub>	T <sub>f</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>f</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>f</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>f</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>f</sub>
T <sub>1</sub>	90,5(0,3) <sup>aw</sup>	92,6(0,5) <sup>ax</sup>	0,69(0,1) <sup>aw</sup>	0,51(0,1) <sup>ax</sup>	8,19(0,2) <sup>aw</sup>	5,57(0,2) <sup>ax</sup>	0,95(0,1) <sup>aw</sup>	0,75(0,1) <sup>ax</sup>	0,62(0,1) <sup>aw</sup>	0,57(0,1) <sup>ax</sup>
T <sub>2</sub>	90,8(0,4) <sup>aw</sup>	93,1(0,3) <sup>ax</sup>	0,74(0,1) <sup>aw</sup>	0,50(0,1) <sup>ax</sup>	7,83(0,2) <sup>aw</sup>	5,81(0,1) <sup>ax</sup>	0,93(0,1) <sup>aw</sup>	0,74(0,1) <sup>ax</sup>	0,63(0,1) <sup>aw</sup>	0,59(0,1) <sup>ax</sup>
T <sub>3</sub>	90,5(0,2) <sup>aw</sup>	92,7(0,4) <sup>ax</sup>	0,69(0,1) <sup>aw</sup>	0,54(0,1) <sup>ax</sup>	8,14(0,1) <sup>aw</sup>	6,13(0,2) <sup>ax</sup>	0,91(0,1) <sup>aw</sup>	0,79(0,1) <sup>ax</sup>	0,67(0,1) <sup>aw</sup>	0,63(0,1) <sup>ax</sup>
T <sub>4</sub>	90,4(0,5) <sup>aw</sup>	93,2(0,4) <sup>ax</sup>	0,77(0,1) <sup>aw</sup>	0,55(0,1) <sup>ax</sup>	8,16(0,2) <sup>aw</sup>	5,65(0,2) <sup>ax</sup>	0,93(0,1) <sup>aw</sup>	0,78(0,1) <sup>ax</sup>	0,67(0,1) <sup>aw</sup>	0,60(0,1) <sup>ax</sup>

a,...: Diferentes superíndices dentro de la misma columna, indica que existe diferencias significativas debido a los tratamientos ( $p < 0,05$ ).

w-x: Diferentes superíndices dentro de la misma fila (nutriente), indica que existe diferencias significativas debido al tiempo de almacenamiento ( $p < 0,05$ ).

Fuente: El autor

De acuerdo a la tabla 11, se observa que todos los tratamientos en la etapa inicial obtuvieron valores similares en cada uno de los nutrientes evaluados (humedad, fibra, proteína, cenizas y carbohidratos), mientras que en la etapa final de almacenamiento estos valores presentaron una variación estadísticamente significativa con respecto a los iniciales.

En el contenido humedad para  $T_0$ , cada uno de los tratamientos obtuvieron valores entre 90,4 a 90,8 %; mientras que la etapa final de almacenamiento existe un incremento de la humedad en cada uno de los tratamientos, por ejemplo, las zanahorias desinfectadas con aceite esencial de orégano ( $T_4$ ) tuvo un incremento de 90,4 a 93,2 %, lo cual corresponde a una diferencia estadísticamente significativo del 95 % de confianza, este incremento probablemente fue debido a la acumulación de vapor de agua dentro del envase, que con el tiempo de almacenamiento el vapor se condensa y se producen gotas de agua que entran en contacto con las zanahorias, provocando un aumento del contenido de agua; este mismo comportamiento fue investigado por Villar (2016) cuando almaceno manzanas deshidratadas en fundas de polipropileno y observo que el contenido de humedad aumento de 12,35 a 19,06 %.

Con respecto al contenido de fibra, proteína, carbohidratos y cenizas, se puede observar que existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores en el tiempo inicial ( $T_0$ ) y final ( $T_f$ ); como por ejemplo, el contenido de fibra presento valores iniciales desde 0,91 a 0,95 % mientras que en la etapa final estos valores disminuyeron en cada uno de los tratamientos en un intervalo de 0,74 a 0,79 %; Este comportamiento también fue observado por otros investigadores, tal es así que González, Palacios y Martínez (2013) demostraron que las muestras de zanahoria lavada, desinfectada, envasada en fundas de polipropileno y refrigeradas durante 10 días, sufrieron un aumento del contenido de humedad y una disminución del porcentaje de fibra, proteína carbohidratos y cenizas.

#### **4.1.4.3. Resultados del análisis microbiológico**

Los resultados del análisis microbiológico se realizaron en dos etapas de almacenamiento, al inicio ( $T_0$ ) y final ( $T_f$ ), en donde se evaluó la presencia de microorganismos patógenos tales como: coliformes totales, *Escherichia coli*, mohos y levaduras; se realizó este tipo de análisis mediante siembra en placas petrifilm para determinar la eficacia del desinfectante con respecto al tratamiento testigo. En tabla 11 se resume los resultados de este del análisis para las pruebas definitivas.

Tabla 12.

*Resultados del análisis microbiológico de las pruebas definitivas en relación con el tiempo inicial y final de almacenamiento*

Tratamiento	Coliformes (UFC/g)		Mohos (UFC/g)		Levaduras (UFC/g)	
	T <sub>o</sub>	T <sub>f</sub>	T <sub>o</sub>	T <sub>f</sub>	T <sub>o</sub>	T <sub>f</sub>
T <sub>1</sub>	1,5x10 <sup>2</sup> (7,1x10 <sup>1</sup> ) <sup>aw</sup>	6,5x10 <sup>2</sup> (7,1x10 <sup>1</sup> ) <sup>ax</sup>	1,5x10 <sup>2</sup> (7,1x10 <sup>1</sup> ) <sup>aw</sup>	2,5x10 <sup>2</sup> (7,1x10 <sup>1</sup> ) <sup>aw</sup>	2,5x10 <sup>2</sup> (7,1x10 <sup>2</sup> ) <sup>aw</sup>	5,5x10 <sup>2</sup> (2,1x10 <sup>2</sup> ) <sup>aw</sup>
T <sub>2</sub>	3,0x10 <sup>1</sup> (1,4x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>	8,0x10 <sup>1</sup> (2,8x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>	1,5x10 <sup>1</sup> (0,7x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>	2,5x10 <sup>1</sup> (0,7x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>	9,5x10 <sup>1</sup> (0,7x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>	1,2x10 <sup>2</sup> (2,1x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>
T <sub>3</sub>	1,5x10 <sup>1</sup> (0,7x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>	2,5x10 <sup>1</sup> (0,7x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>	1,5x10 <sup>1</sup> (0,7x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>	2,5x10 <sup>1</sup> (0,7x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>	1,5x10 <sup>1</sup> (0,7x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>	2,5x10 <sup>1</sup> (0,7x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>
T <sub>4</sub>	1,0x10 <sup>1</sup> (0,7x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>	2,0x10 <sup>1</sup> (1,4x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>	1,5x10 <sup>1</sup> (0,7x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>	2,5x10 <sup>1</sup> (0,7x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>	1,5x10 <sup>1</sup> (0,7x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>	2,5x10 <sup>1</sup> (0,7x10 <sup>1</sup> ) <sup>bw</sup>

a, b: Diferentes superíndices dentro de la misma columna, indica que existe diferencias significativas debido a los tratamientos ( $p < 0,05$ ).

w, x: Diferentes superíndices dentro de la misma fila (tipo de microorganismo), indica que existe diferencias significativas debido al tiempo de almacenamiento ( $p < 0,05$ ).

Fuente: El autor.



De acuerdo a la tabla 12 se observa que para la etapa inicial, el tratamiento T<sub>1</sub> (zanahorias sin desinfección) obtuvo la mayor carga microbiana en comparación con los tratamientos que recibieron desinfección (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>); tal es así que, el T<sub>1</sub> presenta un conteo de  $1,5 \times 10^2$  UFC/g de coliformes y mohos, y  $2,5 \times 10^2$  de levaduras; mientras que los otros tratamientos presentan valores que van desde  $1,0 \times 10^1$  a  $3,0 \times 10^1$ ;  $1,5 \times 10^1$  y  $1,5 \times 10^1$  a  $7,5 \times 10^1$  UFC/g para coliformes, mohos y levaduras, respectivamente. Como se describió en la revisión de literatura, este resultado se debe al efecto antimicrobiano que presentan los desinfectantes y a la temperatura de refrigeración que se almacena las muestras, se ha comprobado que las bajas temperaturas ralentizan el crecimiento y desarrollo de microorganismos y otros procesos de deterioro como por ejemplo la actividad enzimática. Del mismo modo, estos resultados tienen un comportamiento similar con otras investigaciones, por ejemplo Bastidas (2015) evaluó el recuento microbiológico de zanahoria de IV gama (zanahoria rallada) durante 12 días de almacenamiento en zanahorias sin desinfección y con desinfección, tratadas con hipoclorito de sodio y clorito de sodio acidificado a 200 y 500 ppm, respectivamente; y observó que en la etapa inicial las zanahorias sin desinfectar presentaron una carga microbiana de  $1,7 \times 10^4$  y  $3,10 \times 10^2$  UFC/g de coliformes, mohos y levaduras, mientras que los tratamientos desinfectados obtuvieron valores en un intervalo entre  $1 \times 10^1$  a  $5,0 \times 10^2$  UFC/g para coliformes y de  $2,0 \times 10^2$  a  $2,4 \times 10^2$  UFC/g para mohos y levaduras.

Cuando se compara los resultados para el tiempo inicial y final de almacenamiento se puede observar que el T<sub>1</sub> presenta diferencias estadísticamente significativas donde se obtuvo el mayor crecimiento de coliformes en relación a los productos desinfectados; por ejemplo, en la etapa inicial el T<sub>1</sub> hubo un recuento de  $1,5 \times 10^2$  UFC/g de coliformes, mientras que, en la etapa final de almacenamiento este valor se incrementó a  $6,5 \times 10^2$  UFC/g, sin embargo, en las zanahorias que recibieron desinfección (T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>) existió un incremento mínimo estadísticamente no significativo. Otros investigadores encontraron un comportamiento similar, Bastidas (2015) evaluó la actividad microbiológica de coliformes en zanahorias ralladas y envasadas en polipropileno mediante desinfección con hipoclorito de sodio a 200 ppm y sin desinfección (tratamiento testigo), y demostró que el tratamiento testigo obtuvo una cantidad inicial de  $1,0 \times 10^2$  y en la etapa final (12 días)  $1,0 \times 10^3$  UFC/g, existiendo un incremento significativo, mientras que, el producto desinfectado no presentó grandes diferencias, esto  $5,0 \times 10^2$  a  $4,50 \times 10^2$  UFC/g.

Además, en la comparación de los tres tratamientos que recibieron desinfección, los tratamientos T<sub>4</sub> (aceite esencial de orégano) y T<sub>3</sub> (ozono) registraron una menor cantidad de coliformes en la etapa inicial, cuyos valores estuvieron entre  $1,0 \times 10^1$  y  $1,5 \times 10^1$  UFC/g; y en la etapa final de refrigeración estos presentaron una variación, en donde se contabilizó de  $2,5 \times 10^1$  y  $2,0 \times 10^1$  UFC/g, respectivamente; en relación al T<sub>2</sub> (hipoclorito de sodio) hubo un mayor incremento, esto es  $3,0 \times 10^1$  a  $8,0 \times 10^1$  UFC/g; sin embargo, es importante recalcar que de acuerdo al análisis estadístico realizado, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Estos resultados guardan similitud con investigaciones realizadas por Inca (2012), quien evaluó el efecto que tiene la aplicación de tres desinfectantes (cloro, peróxido de hidrógeno y yodo a 100 ppm) en hortalizas (lechugas, zanahoria y rábanos) para inhibir la carga microbiana (coliformes) durante 8 días de almacenamiento, y observó una importante reducción microbiana con todos los desinfectantes ( $\sim 1$  UFC/g).

Es importante recalcar que no existió la presencia de *Escherichia coli* para ninguno de los tratamientos, tanto para el tiempo inicial como final de almacenamiento, lo cual se contrasta con otros estudios como el de Chuquitarco (2014) que desinfectó cuatro tipos de hortalizas troceadas aplicando aceite esencial de orégano a 250 ppm, y evaluó diferentes microorganismos patógenos entre ellos la *E. coli* y concluyó que había ausencia de este microorganismo en todas las muestras analizadas.

En cuanto al contenido de mohos y levaduras, el T<sub>1</sub> obtuvo una mayor carga de estos microorganismos durante su etapa de almacenamiento, es decir al inicio se contabilizó  $1,5 \times 10^2$  y  $2,5 \times 10^2$  UFC/g, mientras que en la etapa final (14 días) se incrementó a  $2,5 \times 10^2$  UFC/g y  $5,5 \times 10^2$  UFC/g, respectivamente. Es importante destacar que los tratamientos desinfectados tuvieron menor carga microbiana para mohos y levaduras en comparación con el T<sub>1</sub>; resultados similares también fueron observados por otros investigadores, por ejemplo, Bastidas (2015) evaluó la actividad microbiológica de mohos y levaduras en zanahorias ralladas y envasadas en polipropileno, con y sin desinfección, en donde el tratamiento sin desinfección obtuvo una cantidad inicial de  $3,0 \times 10^2$  UFC/g y en la etapa final (12 días) contabilizó  $1,04 \times 10^3$  UFC/g, mientras que, el producto desinfectado con clorito de sodio acidificado a 500 ppm, incremento de  $2,4 \times 10^2$  a  $4,40 \times 10^2$  UFC/g durante su etapa de almacenamiento.

En relación a los tratamientos que recibieron desinfección, los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> obtuvieron una menor carga microbiana de mohos y levaduras durante la etapa de refrigeración, aunque también se evidenció que en la etapa final existió un incremento de la carga microbiana, que, de acuerdo al análisis estadístico realizado, estos valores no presentan diferencias estadísticamente significativas, por tal razón se puede decir que ambos tratamientos en la etapa inicial y final de almacenamiento obtuvieron un número de colonias de  $1,5 \times 10^1$  a  $2,5 \times 10^1$  UFC/g de mohos y levaduras; igualmente, estos resultados tienen similitud con otras investigaciones realizadas, como por ejemplo, Ruiz et. al. (2006) evaluaron la actividad microbiana de mohos y levaduras en zanahoria rallada y desinfectada con clorito de sodio acidificado a concentraciones de 100, 250 y 500 ppm, en donde determinaron un incremento de estos microorganismos de  $1 \times 10^3$  hasta  $1 \times 10^7$  UFC/g durante los 7 días de almacenamiento; además el autor señala que el incremento de mohos y levaduras probablemente fue debido al alto contenido de humedad de los productos cortados.

En general, se puede comentar que el comportamiento microbiano observado en los resultados del análisis microbiológico para los tratamientos desinfectados, es debido probablemente a la actividad antimicrobiana que tienen los diferentes desinfectantes, por ejemplo el aceite esencial de orégano contienen timol y carvacrol, los cuales según bibliografía presentan una alta capacidad para eliminar e inhibir varios tipos de microorganismos en los alimentos, y al tratamiento térmico aplicado en la etapa de escalado; además, aunque la alta humedad que se forma en el ambiente dentro del envase es beneficioso para el crecimiento y desarrollo de la flora microbiana, esta es contrarrestada por la baja temperatura de almacenamiento (3°C).

Finalmente, para definir la calidad microbiológica del producto se realizó una comparativa entre los valores de los resultados del análisis microbiológico para zanahoria cortada en cubitos y envasada (ver tabla 12) y los límites permitidos que se establece en la publicación de Pascual y Calderón (2000), el cual presentan un rango que va desde  $1 \times 10^2$  a  $1 \times 10^4$  UFC/g para coliformes totales, mohos y levaduras, y  $1 \times 10^1$  a  $1 \times 10^2$  para E. coli. Tomando en consideración estos valores se puede observar que todos los tratamientos están dentro de los límites permitidos para los microorganismos analizados.

## **4.2. Determinación del mejor tratamiento de desinfección en función de los cambios físico-químicos, organolépticos y microbiológicos**

Para determinar el mejor tratamiento de desinfección primero se realizó la evaluación de los resultados del análisis organoléptico, composición química y microbiológica de cada tratamiento, y se definió cuál de estos presentaba mejores características de calidad de producto.

### **4.2.1. Evaluación de los resultados de los análisis físico-químico, organoléptico y microbiológico de los tratamientos definitivos.**

En el caso del T<sub>1</sub> se observó que el producto se conservó en refrigeración durante 14 días; los atributivos de color, sabor y textura presentaron valores entre 4,8 y 2,1 según la escala hedónica; así mismo, no se evidenció grandes variaciones en la composición nutricional; mientras que la carga microbiológica fue superior a los tratamientos desinfectados. Los T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> permanecieron durante 28 días en refrigeración, los atributos organolépticos (color, sabor y textura) presentaron calificaciones entre 4,9 y 1,8 puntos, en la composición nutricional no se observaron variaciones significativas; mientras que el recuento de microorganismos varió entre  $1,5 \times 10^1$  y  $1,2 \times 10^2$  UFC/g.

Por otro lado, el T<sub>4</sub> conservo sus características de calidad durante 35 días, los atributos organolépticos presentan valores de 4,9 a 2,6 puntos (escala hedónica de 5 puntos), al igual que los demás tratamientos, la composición nutricional del producto no presento variaciones significativas, sin embargo, existió un incremento en el recuento de microorganismos de  $1,0 \times 10^1$  a  $2,5 \times 10^1$  UFC/g, resaltando que estos valores fueron inferiores estadísticamente en relación a los demás tratamientos.

### **4.2.2. Definición de la vida útil de los tratamientos**

Debido a que los resultados del análisis organoléptico, físico-químico y microbiológico, son muy similares entre los tratamientos, se decidió establecer la vida útil en función del tiempo de almacenamiento (refrigeración a 3°C); por lo tanto, se pueden definir que los valores de vida útil de los tratamientos para T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> fueron 28 días, y T<sub>4</sub> 35 días.

#### 4.2.3. Establecimiento de los parámetros óptimos de desinfección para zanahoria cortada en cubitos y envasada.

De acuerdo al análisis de los resultados realizados, se define que el mejor tratamiento de la presente investigación es el T<sub>4</sub>, que corresponde a la zanahoria cortada en cubitos y desinfectada con aceite esencial de orégano a una concentración de 30 ppm y sumergidas en la solución desinfectante durante 5 minutos; debido a que conservó durante mayor tiempo (35 días) sus características de calidad; además, es importante señalar que el análisis organoléptico, los atributos de color, sabor y textura presentaron mínimas variaciones en sus calificaciones de acuerdo a lo asignado por los catadores durante la evaluación; en los análisis físico-químico, el T<sub>4</sub> se observó que los valores de la composición química no presentó diferencias significativas en relación al producto fresco; además, en el caso del análisis microbiológico el producto presenta el menor recuento microbiano en relación a los demás tratamientos y cumple con los límites máximos permisibles para coliformes totales, *E. coli*, mohos y levaduras.

#### 4.3. Resultados considerando la vida útil del producto, los parámetros óptimos de desinfección y los costos variables de producción

En la tabla 13 se presenta el resumen de los resultados considerando el tiempo de vida útil, los parámetros de desinfección y los costos variables de producción.

Tabla 13.

*Resultados considerando la vida útil del producto, los parámetros óptimos de desinfección y los costos variables de producción*

Tratamientos	Vida útil (días)	Parámetros óptimos de desinfección		Costos variables de producción (USD)
		Concentración	Tiempo de contacto	
Testigo	14	-	-	0,2700
Hipoclorito de sodio	28	100 ppm	3 min	0,2792
Ozono	28	40 ppm	10 min	0,2816
Aceite esencial de orégano	35	30 ppm	5 min	0,3047

Fuente: El autor

#### 4.4. Resultados de los costos variables de producción del mejor tratamiento

Los resultados obtenidos en los costos variables de producción del mejor tratamiento (T<sub>4</sub>) se resumen a continuación.

Tabla 14.

*Resultados de los costos variables de producción de las zanahorias cortadas en cubitos, envasada y desinfectada con aceite esencial de orégano*

Nº	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
1	Zanahoria en cubitos	g	227,00	0,0006	0,1249
2	Fundas ziploc	U	1,0000	0,0340	0,0340
3	Aceite de orégano	g	0,0160	1,6000	0,0256
4	Surfactante tween 20	ml	0,0050	0,1449	0,0007
5	Ácido cítrico	g	3,3333	0,0025	0,0083
6	Agua	L	0,5000	0,0003	0,0002
7	Mano de obra	min	3,0000	0,0370	0,1110
Subtotal					0,3047
Utilidad (30%)					0,0914
Precio de venta al público (PVP)					<b>0,3961</b>

Fuente: El autor

De acuerdo a la tabla 14, los costos variables de producción para elaborar 227 gramos de zanahoria cortada en cubitos y envasada asciende a 0,3047 USD, en donde se consideró los siguientes insumos y materiales: fundas ziploc, aceite de orégano, surfactante tween 20, ácido cítrico, agua y mano de obra, de los cuales tiene mayor costo la mano de obra y la materia prima; además, con el propósito de tener una aproximación de la rentabilidad de este producto en el mercado, se decidió determinar el precio que tendría en el mercado considerando un margen de utilidad del 30 % en relación a los costos variables de producción, para este caso 0,3961 dólares americanos, con este valor se realizó una comparativa con los precios de otros productos similares que se comercializan en el supermaxi, siendo las marcas Hortana y Hortilisto las que ofrecen zanahoria cortada en presentaciones de 250 y 320 gramos con un precio de 1,07 y 1,02 USD, respectivamente; como se puede observar existe una gran diferencia entre los precios del mercado y el producto de estudio. Es importante aclarar que el precio de venta no está considerando los costos fijos de producción, sin embargo, resulta atractivo para los productores la comercialización de las zanahorias cortadas en cubitos y envasadas.

## 5. CONCLUSIONES

- Los parámetros óptimos de desinfección para la zanahoria cortada en cubitos y envasada fueron: con hipoclorito de sodio a 100 ppm durante 3 minutos de inmersión, ozono a 40 ppm durante 10 minutos y el aceite esencial de orégano a 30 ppm por 5 minutos.
- En base a las características organolépticas, físico-químicas y microbiológicas, la vida útil de las zanahorias cortadas en cubitos fue la siguiente: con hipoclorito de sodio y ozono lograron conservarse por 28 días, con aceite esencial de orégano durante 35 días y el testigo 14 días.
- El mejor tratamiento de desinfección de la zanahoria cortada en cubitos y envasada fue con el aceite esencial de orégano, el cual permitió extender la vida útil del producto y conservar las características organolépticas, físico-químicas y microbiológicas durante los 35 días en refrigeración.
- Los costos variables de producción para elaborar 227 gramos de zanahoria cortada en cubitos, desinfectada con aceite de orégano y envasada fue de 0,3047 dólares americanos, mientras que el precio de venta fue 0,3961 dólares americanos.

## 6. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios para evaluar la vida útil del producto utilizando otros tipos de desinfectantes como por ejemplo el ácido acético, ácido peracético, peróxido de hidrogeno, entre otros.
- Evitar contaminaciones cruzadas durante los procesos poscosecha para evitar que los resultados se vean modificados.
- Considerar diferentes temperaturas de refrigeración y evaluar la vida útil de la zanahoria.
- La Universidad Nacional de Loja debe mejorar la infraestructura y equipamiento de los laboratorios, de forma que los estudiantes no tengan inconvenientes al desarrollar las investigaciones de tesis.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

Academia (s.f). Costos variables. Recuperado de <http://www.academiamat.com/descarga/65.pdf>.

Aligiannis, N. (2001). Composition and antimicrobial activity of the essential oils of two *Origanum* species. *Food Chem*, volumen (49), 4168-4170.

Almacen.do (s.f). Cloro Clorox Triple Acción Original, 1gal: [Gráfico]. Recuperado de <https://almacen.do/producto/cloro-clorox-triple-accion-original-1-gal/>.

Álvarez y Ávila (2016). Desarrollo de productos hortícolas (Zanahoria y Apio) de cuarta gama evaluando tres tipos de atmósferas y tres tipos de envases. Recuperado de <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/5144/1/UDLA-EC-TIAG-2016-05.pdf>.

Andino y Castillo (2010). Microbiología de los alimentos: Un enfoque práctico para la inocuidad alimentaria. Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado de <https://avdiaz.files.wordpress.com/2010/02/documento-microbiologia.pdf>

Araoz, M. (2009). Guía de envases y embalajes. Recuperado de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/188937685rad66DEB.pdf>

Arthey, D. y Dennis, C. (1992). *Procesado de Hortalizas*. Zaragoza, España: Editorial Acribia.

Artés, F. (2001). Conservación de productos hortofrutícolas en atmósferas controladas y modificadas. VII Curso Superior de Ingeniería y Aplicaciones del Frío en la Conservación de Vegetales. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/36720764\\_Danos\\_por\\_frio\\_en\\_la\\_postrecoleccion\\_de\\_frutas\\_y\\_hortaliza](https://www.researchgate.net/publication/36720764_Danos_por_frio_en_la_postrecoleccion_de_frutas_y_hortaliza)

Ávila , E. (2015). Manual de zanahoria. Bogota: Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial cámara de comercio de Bogotá. Recuperado de <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14309/Zanahoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Bastidas, R. (2015). Estudio del efecto de la aplicación de sanitizantes en la calidad de zanahoria (*Daucus carota* L.) de IV gama (tesis de pregrado). Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10505/1/CD-6218.pdf>

Betelgeux, (s.f). Desinfectantes utilizados en la industria alimentaria: Características, modo de actuación y aspectos que inciden en su eficacia. Recuperado de [http://www.betelgeux.es/images/files/Documentos/Articulo\\_boletin\\_Desinfectantes\\_y\\_Modo\\_de\\_accion\\_en\\_IIAA.pdf](http://www.betelgeux.es/images/files/Documentos/Articulo_boletin_Desinfectantes_y_Modo_de_accion_en_IIAA.pdf)[http://www.betelgeux.es/images/files/Documentos/Articulo\\_boletin\\_Desinfectantes\\_y\\_Modo\\_de\\_accion\\_en\\_IIAA.pdf](http://www.betelgeux.es/images/files/Documentos/Articulo_boletin_Desinfectantes_y_Modo_de_accion_en_IIAA.pdf).

Beuchat, L. (2001). Control of foodborne pathogens and spoilage microorganisms by naturally occurring antimicrobials. *Microbial Food Contamination*, volumen (11), 149-169.

Bello, J. (2008). *Ciencia Bromatológica; Principios Generales de Los Alimentos*. Madrid .Ediciones Díaz de Santos S. A.

Belplastico (2019). Bolsas con Cierre Hermético, 100 Bolsas, Calibre 2:[Gráfico]. Recuperado de <https://www.belplasticos.com/bolsas/bolsas-cierre-integrado/bolsas-con-cierre-hermetico-100-bolsas-calibre-2/>.

Biblioteca Técnica Servicios y Almacigos, (s.f). Cultivo de zanahoria. La Serena, Chile. Recuperado [http://allmacigos.cl/bt/EL %20CULTIVO %20DE %20LA %20ZANAHORIA.pdf](http://allmacigos.cl/bt/EL%20CULTIVO%20DE%20LA%20ZANAHORIA.pdf).

Burt, S. (2003). Antibacterial activity of selected plant essential oils against *Escherichia coli* O157:H7. *Lett Applied Microbiol*, volumen (36), 162- 167.

Canet, J. (2016). *Escherichia Coli: características, patogenicidad y prevención*. Recuperado de <http://www.betelgeux.es/blog/2016/01/19/escherichia-coli-caracteristicas-patogenicidad-y-prevencion-i/>.

Camacho et al. (2ª ed). (2009). *Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos*. Facultad de Química, UNAM. México. Recuperado de [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Cuenta-mohos-levaduras\\_6530.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Cuenta-mohos-levaduras_6530.pdf).

Carvajal, G. (2012). Evaluación de las pérdidas poscosecha tanto físicas y de calidad en el sistema de producción agrícola del Cadet. Universidad Central del Ecuador, Tumbaco, Pichincha. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/966/1/T-UCE-0004-4%20.pdf>.

Casp y Abril. (2003). Procesos de conservación de alimentos (pp. 494). Madrid, España: Mundi-Prensa.

Chávez y Col. (2008). Componentes más importantes que brindan la propiedad antibacteriana del orégano. Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villareal, volumen (13), 47.

Chuquitarco, M. (2014). “Aplicación de aceites esenciales de orégano (*Origanum vulgare*) y tomillo (*Thymus vulgaris*) en cuatro tipos de hortalizas: col de repollo (*Brassica oleracea* var. capitata cv. bronco), col morada (*Brassica oleracea* var. capitata f.rubra), lechuga Iceberg tipo Salinas (*Lactuca sativa* var. capitata) y espinaca (*Spinacia oleracea*) para disminuir la carga microbiológica patógena (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8443/1/AL%20542.pdf>

Colorado y Rivera (2019). Química del sabor. Recuperado de <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/la-quimica-del-sabor/>.

Concisa (2017). Qué es el polipropileno biorientado: [Gráfico]. Recuperado de <http://concisa.com.gt/bolsas-agroindustriales/que-es-el-polipropileno-biorientado-bopp/>

Congelados de navarra (s.f). Zanahoria congelada:[Gráfico]. Recuperado de <https://www.congeladosnavarra.com/es/productos/gama-de-productos/verduras-y-legumbres/zanahoria-congelada>.

Corral, P. (2006). Determinación de la vida útil de alimentos procesados. Departamento de Ciencias de alimentos y tecnología. Escuela Politécnica Nacional.

Coinser, (2010). Láminas de Polipropileno. Recuperado de [http://www.coinser.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=45&Itemid=52](http://www.coinser.com/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=52).

Consejo nutricional. (2015). Desinfección de hortalizas, verduras y frutas. Recuperado de <https://consejonutricion.wordpress.com/2015/02/18/desinfeccion-de-hortalizas-verduras-y-frutas/>.

Cuenca, J. (2014). Evaluación de la eficiencia del biol mineralizado con harina de rocas en los cultivos de zanahoria y remolacha en el sector La Argelia (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja.

Cuenca (2016). Aceites Esenciales. Bonding. Recuperado de <http://bonding.es/aceites-esenciales/>.

Del Río et al. (1999). Aplicaciones del frío en post-cosecha de cítricos: Panorama actual. Levante Agrícola, volumen (348), 253-262.

Depositphotos (2019). Selección de zanahoria fresca en el mercado joven: 2009-2019 [Gráfico]. Recuperado de <https://sp.depositphotos.com/168564312/stock-video-young-man-selecting-fresh-carrot.html>.

Depositphotos (2019). Zanahoria de lavado de manos. Agua y vegetales: 2009-2019 [Gráfico]. Recuperado de <https://mx.depositphotos.com/180524498/stock-video-hands-washing-carrots.html>.

Ecobiouvm (2014). Hongos. Mohos y levaduras. Recuperado de <https://ecobiouvm.files.wordpress.com/2014/02/hongosmohosylevaduras.pdf>.

Elika (2018). La vida útil de los alimentos. Recuperado de [http://www.elika.net/consumidor/es/etiquetado\\_vida\\_util.asp](http://www.elika.net/consumidor/es/etiquetado_vida_util.asp).

Envastick (s.f). Ventajas y desventajas del envasado de alimentos. Recuperado de <http://envastick.com/ventajas-y-desventajas-del-ensado-de-alimentos/>.

Es123RF (s.f). Chef zanahoria escaldado con tapa / Stir concepto Brócoli: [Gráfico]. Recuperado de [https://es.123rf.com/photo\\_62949206\\_chef-zanahoria-escaldado-con-tapa-stir-concepto-br%C3%B3coli.html](https://es.123rf.com/photo_62949206_chef-zanahoria-escaldado-con-tapa-stir-concepto-br%C3%B3coli.html).

Food and Agriculture Organization, (2004). Manual para el mejoramiento para el manejo poscosecha de frutas y hortalizas. Recuperado <http://www.fao.org/docrep/x5056s/x5056S00.htm#Contents>.

Food and Agriculture Organization, (2009). Recursos de nutrientes y su composición. Recuperado de <http://www.fao.org/3/ab492s/AB492S06.htm>.

Food and Agriculture Organization, (2011). Manual para el mejoramiento para el manejo poscosecha de frutas y hortalizas. Santiago, Chile. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/x5056s/x5056S00.htm#Contents>.

Food and Agriculture Organization, (s.f) .Análisis proximales. Recuperado de <http://www.fao.org/3/AB489S/AB489S03.htm>.

García et al. (2017). Evaluacion de desinfectantes para el control de microorganismos en frutas y verduras. Revista Iberoamericana de Tecnología, volumen 18. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/813/81351597002.pdf>.

Garmendia, S. (2015). Métodos para desinfección de frutas y hortalizas. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/28282408\\_Metodos\\_para\\_la\\_desinfeccion\\_de\\_frutas\\_y\\_hortalizas](https://www.researchgate.net/publication/28282408_Metodos_para_la_desinfeccion_de_frutas_y_hortalizas).

Giraldo (s.f). Envasado y conservación de alimentos. Realizado por el laboratorio de procesos químicos de CARTIF. Recuperado de [http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info49/articulos/Envasado %20y %20Conservacion %20de %20Alimentos %20 %281 %29.pdf](http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info49/articulos/Envasado%20y%20Conservacion%20de%20Alimentos%20%281%29.pdf).

González y Vicente (2007). El color en la industria de los alimentos. La Habana. Editorial Universitaria.

González, D. (2014). Hongos y levaduras que afectan a los alimentos. Recuperado de [https://prezi.com/bmb-v\\_btc-xe/hongos-y-levaduras-que-afectan-a-los-alimentos/](https://prezi.com/bmb-v_btc-xe/hongos-y-levaduras-que-afectan-a-los-alimentos/).

González, Palacios y Martínez (2013). Diseño de un sistema de desinfección y envasado, que permita aumentar la vida útil de hortalizas procesadas en la región Metropolitana. Recuperado de <https://www.gobiernosantiago.cl/wp-content/uploads/2016/01/INFORME-FINAL-GORE-SEPTIEMBRE-20131.pdf>.

Granjas del Uruguay (2019). Zanahoria orgánica: 2014-2019 [Gráfico]. Recuperado de <https://www.granjasdeluruguay.com.uy/producto/zanahoria-organica/>.

Graham (1997). Uso de ozono para mejorar la seguridad de frutas y vegetales frescos. Recuperado de <http://alimentos.web.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/57/2016/03/Ozono-para-mejorar-la-seguridad-de-frutas-y-vegetales.pdf>.

Hayes, P. (1993). Microbiología e Higiene de los alimentos (pp. 25-28). Zaragoza, España: Editorial Acribia.

Herbodiet (2019). Aceite de Orégano Bio, 30 ml: [Gráfico]. Recuperado de <https://www.herbodiet.com/es/aceite-de-oregano-bio-30-ml-323.html>.

Hernández, E. (2005). Evaluación sensorial. Bogotá. Recuperado de [http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m %20evaluacion %20sensorial.pdf](http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m%20evaluacion%20sensorial.pdf).

Hernández, P. (2009). Materiales para el envasado de frutas y hortalizas con tratamientos mínimos. Recuperado de [http://www.horticom.com/revistasonline/extras/extra09/60\\_65.pdf](http://www.horticom.com/revistasonline/extras/extra09/60_65.pdf).

Hutin y Scandella. (2014). La producción de zanahoria del mundo aumentó un 50 % en los últimos diez años, mientras baja en Europa del sur. Comercio. Recuperado de [https://www.poscosecha.com/es/noticias/la-produccion-de-zanahoria-del-mundo-aumento-un-50-en-los-ultimos-diez-anos-mientras-baja-en-europa-del-sur/\\_id:79856/](https://www.poscosecha.com/es/noticias/la-produccion-de-zanahoria-del-mundo-aumento-un-50-en-los-ultimos-diez-anos-mientras-baja-en-europa-del-sur/_id:79856/).

Inca, W. (2012). “Evaluación de tres clases de desinfectantes (cloro, yodo y peróxido de hidrogeno) para mejorar la calidad e inocuidad de las lechugas, zanahoria y rábanos producidas y comercializada por los productores agroecológicos de cebadas (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/2224/1/27T0197.pdf>.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (2012). Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1747:2012 de hortalizas frescas. Zanahoria. Recuperado de <https://docplayer.es/64296761-Norma-tecnica-ecuatoriana-nte-inen-1747-2012.html>.

Kader y Mitcham. (1994). Optimum procedures for ripening mangoes. Perishables Handling Newsletter Issue, volumen (80), 16.

Kahrs, R. (1995). Principios generales de la desinfección . Recuperado de <https://www.oie.int/doc/ged/D8972.PDF>.

Konopacka y Plochanski. (2004). Effect of storage conditions on the relationship between apple firmness and texture acceptability. Postharvest Biology and Technology, volumen. (32), 205-211.

Langlais et al. (1991) y Sapers (1998). Uso de ozono para mejorar la seguridad de frutas y vegetales frescos. Recuperado de <http://alimentos.web.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/57/2016/03/Ozono-para-mejorar-la-seguridad-de-frutas-y-vegetales.pdf>.

León, E. (2011). Manual de buenas prácticas de manejo poscosecha y transporte San Salvador.

Liria, M. (2007). Guía para la evaluación sensorial de Alimentos. Agro Salus, Lima. Recuperado de <http://es.slideshare.net/evytaguevara/gua-para-la-evaluacin-sensorialde-alimentos>.

Luca, J. (s.f). Placas Petrifilm y Lector de placas. Recuperado de [http://www.sefiltra.com/pdf/3MPetrifil\\_Lector.pdf](http://www.sefiltra.com/pdf/3MPetrifil_Lector.pdf).

Luna et al. (2015). Eficiencia de la desinfección con aceites esenciales y ultrasonido sobre *Escherichia coli* inoculada en frutos de tomate y el impacto sobre la actividad antioxidante. Revista Argentina de Microbiología, volumen (47), 251-255. Recuperado <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754115000553>.

Melendez, S. (s.f). Análisis de alimentos. Fundamentos y técnicas. Recuperado de [http://www.academia.edu/12711041/AN%C3%81LISIS\\_DE\\_ALIMENTOS.\\_FUNDAMENTOS\\_Y\\_T%C3%89CNICAS](http://www.academia.edu/12711041/AN%C3%81LISIS_DE_ALIMENTOS._FUNDAMENTOS_Y_T%C3%89CNICAS).

Mendoza y Bautista (2008). Análisis de los alimentos, determinación de fibra cruda. Recuperado de <http://qfbalimentoslaboratory.blogspot.com/2008/11/determinacion-de-fibra-cruda.html>.

Mendoza y Herrera (2012). Cinética de inactivación de la enzima peroxidasa, color y textura en papa criolla (*Solanum tuberosum* Grupo phureja) sometida a tres condiciones de escaldado. Información tecnológica, volumen (23), 73-82. Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642012000400009](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642012000400009).

Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural, (2010). Recuperado de <https://www.mapa.gob.es/app/materialvegetal/docs/post%20cosecha%20de%20la%20zanahoria.pdf>.

Morales, J. (2012). Métodos de conservación de alimentos. Estado de México: RED TERCER MILENIO S.C. Recuperado de [http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/economico\\_administrativo/Metodos\\_de\\_conservacion\\_de\\_alimentos.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/economico_administrativo/Metodos_de_conservacion_de_alimentos.pdf).

Moretti et al. (2007) Physiological and quality attributes associated with different centrifugation times of baby carrots. *Horticultura Brasileira*, volumen (25), 557 – 561.

Nader, A. (s.f). La calidad. Aplicación de sus principios a los alimentos. Su visualización por distintos sectores. El enfoque del CODEX ALIMENTARIUS. Recuperado de [http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/comagric/codex/pdf/calidad.pdf](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/comagric/codex/pdf/calidad.pdf).

Norma General para aditivos alimentarios (2014). Aditivos para la industria de alimentos. Recuperado <https://www.virtualpro.co/revista/aditivos-para-la-industria-de-alimentos-tercera-entrega/21>.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). Manual para manipuladores de alimentos. Washington, D.C. Estados Unidos. Departamento de Comunicaciones, Organización Panamericana de la Salud.

Pascual, T. (2010). Vive sano -las proteínas. Recuperado [http://www.institutotomas Pascual sanz.com/descargas/publicaciones/vivesano/vivesano\\_13mayo10.pdf?pdf=vivesano-130510](http://www.institutotomas Pascual sanz.com/descargas/publicaciones/vivesano/vivesano_13mayo10.pdf?pdf=vivesano-130510).

Pascual y Calderón (2000). *Microbiología Alimentaria*. España.

Pérez, C. (2012). *Empaques y embalajes*. Tlalnepantla, México: Red tercer milenio S.C. Recuperado de [http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/comunicación/Empaques\\_y\\_embalajes.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/comunicación/Empaques_y_embalajes.pdf).

Pinterest (s.f). Funda plástico:[Gráfico]. Recuperado <https://www.pinterest.es/pin/386605949234267474/>.

Placas Petrifilm 3M (s.f). Guía de interpretación para el Recuento de E. coli/Coliformes. Recuperado de <https://multimedia.3m.com/mws/media/4449500/3m-petrefilm-e-coli-coliform-count-plate-interpretation-guide-spanish.pdf>.

Placas Petrifilm 3M (2017). Guía de interpretación para el Recuento de mohos y levaduras.

Ponce, L. (1997). *Técnicas de almacenamientos. Manejo post-cosecha del mango*. Ed. EMEX. A. C.



Portal del Chacinado (s.f). El uso del ozono en la industria de los alimentos. Recuperado de <http://www.portalchacinado.com/el-uso-del-ozono-en-la-industria-de-los-alimentos/#page>.

Quiminet. (s.f). El polipropileno biorientado (BOPP) y sus aplicaciones. Recuperado de <http://www.quiminet.com/articulos/el-polipropileno-biorientado-bopp-y-sus-aplicaciones-31039.htm>.

Robinson, J. (2008). Reduce pérdidas poscosecha. Productores de hortalizas. Recuperado de <https://www.hortalizas.com/miscelaneos/reduce-perdidas-poscosecha/>.

Ruiz et al. (2006). Acidified sodium chlorite as an alternative to chlorine to control microbial growth on shredded carrots while maintaining quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, volumen (86), 1887-1893.

Sanz, E. (1997). *Tecnología industrial*. Madrid, España: Editorial Mc Graw-Hill.

Sapers, G. (2001). Efficacy of washing and sanitizing methods. *Food Technology and Biotechnology*.

Singh, A.(2000). *Introducción a la ingeniería de los alimentos* . Zaragoza (España): Editorial ACRIBIA, S.A.

Souza et al. (2017). El tratamiento con ozono aumentó la vida útil de las zanahorias sin alterar el porcentaje de pérdida de peso, la firmeza y el color. *Food Science and Technology*. Recuperado de [https://www.poscosecha.com/es/noticias/el-tratamiento-con-ozono-aumento-la-vida-util-de-las-zanahorias-sin-alterar-el-porcentaje-de-perdida-de-peso-la-firmeza-y-el-color/\\_id:80603/](https://www.poscosecha.com/es/noticias/el-tratamiento-con-ozono-aumento-la-vida-util-de-las-zanahorias-sin-alterar-el-porcentaje-de-perdida-de-peso-la-firmeza-y-el-color/_id:80603/).

Tellez y Nolazco. (2017). Estudio de la composición química del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* spp.) de Tacna.

Trevor et al. (2013). Calidad Postcosecha en Zanahoria. Recuperado de <http://www.tecnicoagricola.es/calidad-postcosecha-en-zanahoria/>.

Uquiche y Cisneros (2002). Efecto del escaldado y recubrimiento higroscópico sobre la calidad de zanahorias (*Daucus carota* var. Chantenay) pre-cortadas durante el almacenamiento.

Archivos Latinoamericanos de Nutrición, volumen (52). Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222002000200011](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222002000200011).

Urbide. (2013). Zanahoria de colores. Recuperado de <https://cestaurbide.files.wordpress.com/2013/09/zanahoria-de-colores.pdf>.

Vanaclocha, A. (2014). Tecnología de alimentos de origen vegetal. Madrid, España: Editorial Síntesis.

Vasco, C. (2008). Determinación de parámetros físico – químicos de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) como base para el establecimiento de la norma de requisitos. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/204/1/56T00176.pdf>.

Villar, C. (2016). Efecto del empaque en el contenido de humedad final para dos tipos de manzanas deshidratadas en almacenamiento controlado (Tesis de pregrado). Recuperado de [http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2577/1/2016\\_Cipriani\\_Efecto-del-empaque-en-el-contenido.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2577/1/2016_Cipriani_Efecto-del-empaque-en-el-contenido.pdf).

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Norma de calidad de la zanahoria

NTE INEN 1 747

1990-07

**2.13 Defectos tolerables.** (que no afectan la aptitud de consumo). Pequeñas rajaduras o magulladuras superficiales hasta de 1,0 cm de longitud y ligeras malformaciones que afecten superficialmente la presentación del producto.

**2.14 Defectos no tolerables.** (que afectan la aptitud de consumo). Lesiones causadas por microorganismos o insectos, rajaduras o magulladuras profundas hasta de 1,0 cm de longitud, raicillas secundarias, bifurcaciones y malformaciones medianas que afecten a la pulpa del producto.

### 3. CLASIFICACION

**3.1** La zanahoria, de acuerdo con el diámetro ecuatorial y su longitud, se clasifican como se indica en la Tabla 1.

**TABLA 1. Clasificación de la zanahoria por tipos**

TIPO (Tamaño)	DIAMETRO mm	LONGITUD mm
I (grande)	≥ 65	≥ 165
II (mediano)	55 64	125 164
III (pequeño)	40 54	85 124

**3.2 Tolerancias máximas para el tamaño.** Para los tipos señalados en el numeral 3.1, se admitirá un máximo de 5% del tipo inmediato superior o inferior o la suma de ambos.

**3.3** La zanahoria que no se ajuste en ninguno de los tipos establecidos se considerará no tipificada.

**3.4** Para cada tipo se establece los grados de calidad, de acuerdo a lo establecido en la Tabla 2 de esta norma.

### 4. DISPOSICIONES GENERALES

**4.1** La zanahoria destinada a la alimentación humana, en cualquiera de sus tres tipos de selección, deben presentar características similares en forma, tamaño y color de la epidermis (cáscara).

**4.1.1** Las variedades sobresalientes de zanahoria que se encuentran adaptadas en el país son: Chantenay y Danvers Half Long.

### 5. REQUISITOS

**5.1** Las zanahorias para el consumo deberán estar limpias, enteras, bien formadas, consistentes, exteriormente secas, frescas, con el color, aroma y sabor típicos de la variedad.

**Anexo 2. Cálculos del volumen a disolver de hipoclorito de en 500 ml a concentración de 50, 100 y 150 ppm.**

$$\text{Cantidad de desinfectante} = \frac{\text{ppm necesarias x volumen requerido ml}}{\% \text{ del desinfectante x factor de dilución (10 000)}}$$

$$\text{Cantidad de desinfectante (50ppm)} = \frac{50 \times 500 \text{ ml}}{6,15 \times 10\,000} = 0,41\text{ml}$$

$$\text{Cantidad de desinfectante (100ppm)} = \frac{100 \times 500 \text{ ml}}{6,15 \times 10\,000} = 0,81\text{ml}$$

$$\text{Cantidad de desinfectante (150ppm)} = \frac{150 \times 500 \text{ ml}}{6,15 \times 10\,000} = 1,21\text{ml}$$

**Anexo 3. Cálculos del volumen a disolver de aceite de orégano en 500 ml de agua a concentración de 20,30 y 40 ppm.**

$$V_{ae} = \frac{ppm \times V_S}{\delta_{ae} \times 1000}$$

$$V_{ae} = \frac{20 \frac{mg}{L} \times 0,5 L}{0,9132 \frac{g}{ml} \times \frac{1000 mg}{1g}}$$

$$V_{ae} = 0,010 ml$$

$$V_{ae} = \frac{30 \frac{mg}{L} \times 0,5 L}{0,9132 \frac{g}{ml} \times \frac{1000 mg}{1g}}$$

$$V_{ae} = 0,016 ml$$

$$V_{ae} = \frac{40 \frac{mg}{L} \times 0,5 L}{0,9132 \frac{g}{ml} \times \frac{1000 mg}{1g}}$$

$$V_{ae} = 0,021 ml$$

**Anexo 4. Fórmula para determinar la concentración de ozono en un tiempo de desinfección de 5 y 10 minutos.)**

$$C_o = \frac{t \times C_{OE}}{V_d}$$

$$C_{o1} = \frac{0,0833 \text{ h} \times 500 \frac{\text{mg}}{\text{h}}}{2 \text{ L}} = 20 \text{ mg/h}$$

$$C_{o1} = \frac{0,1666 \text{ h} \times 500 \frac{\text{mg}}{\text{h}}}{2 \text{ L}} = 40 \text{ mg/h}$$

**Anexo 5. Cálculos para determinar la cantidad de ácido cítrico (1 %) a disolver en 500 ml de agua.**

$$C_s = \frac{C_{ac} \times v_s}{100}$$

$$\text{Cantidad soluto (g)} = \frac{1 \times 500 \text{ ml}}{100}$$

$$\text{Cantidad soluto (g)} = 5 \text{ g}$$

## Anexo 6. Protocolo para determinación del porcentaje de humedad de la zanahoria cortada

- **DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA PARCIAL (MSP) POR EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO**

La muestra se seca a 65°C, de temperatura hasta que se haya eliminado aproximadamente un 95 % de agua. La muestra se lleva a equilibrio a humedad constante.

### Equipo:

- Bandejas
- Estufa
- Balanza (aproximación a 0,5g)
- Bolsas de papel

### Procedimiento:

- La muestra preparada (mezclada y homogenizada), se pesa de 200 a 500 gramos. La cantidad de muestra que se tome depende el contenido de humedad.
- Colocar en las bolsas de papel cuidando de que la muestra no quede demasiado compacta.
- Colocar las bolsas en la estufa a temperatura de 65°C, hasta peso constante.
- Colocar las bolsas en un lugar seco hasta que se equilibre la humedad de la muestra con la del ambiente.
- Pesar la muestra y triturar a través de mortero.
- Depositar la muestra molida en un recipiente que no permita la entrada de aire.
- Identificar la muestra con el registro del laboratorio.

### Cálculo:

$$\% MSP = \frac{P_{mps}}{P_m} \times 100$$

$$\% HI = 100 - \% MSP$$

$$\% HI = \% HP$$

Siendo:

$\% MSP$  = porcentaje de materia seca parcial (%)

$P_{mps}$  = peso de la muestra parcialmente seca (g)

$P_m$  = peso de la muestra “Tal como ofrecido” (g)

% HI= porcentaje de humedad inicial (%)

% HP= porcentaje de humedad parcial (%)

- **DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA TOTAL (MST)**

La humedad de la muestra se pierde por volatilización a causa del calor. La cantidad de material residual después de eliminar la humedad, constituye la materia seca.

**Equipo.**

- Estufa a 105 °C
- Crisoles
- Desecador
- Balanza analítica

**Procedimiento:**

- Los crisoles debes ser lavados, secados por espacio de 8 horas a 105 °C y luego enfriados en el desecador, hasta temperatura ambiente.
- Pesar por diferencia entre 1,5 a 2 gramos de muestra en el recipiente. Llevar a la estufa a 105°C durante una noche. A la mañana siguiente retire los recipientes con la muestra y coloque en un desecador, hasta enfriar a temperatura ambiente.
- Pesar en balanza analítica.

**Cálculo:**

$$\% MS = \frac{P_{ms}}{P_{mas}} \times 100$$

$$\% HH = 100 - \% MS$$

Siendo:

% MS= porcentaje de materia seca (%)

$P_{ms}$ = peso de la muestra seca (g)

$P_{mas}$ = peso de la muestra antes del secado (g)

% HH= porcentaje de humedad higroscópica para muestras parcialmente secas (PS)



- **CÁLCULO DE HUMEDAD TOTAL Y MATERIA SECA, PARA CONVERSIÓN A BASE SECA.**

El secado a 65°C, no elimina el agua de muy baja presión de vapor presente en la muestra, por lo que es necesario someterla a temperatura más elevadas a 105°C, con vacío parcial, durante 8 horas hasta peso constante, como se indica en el método anterior.

La pérdida de peso que aquí se obtiene, indica la humedad retenida, por la muestra y relacionándola con la pérdida de peso obtenida por secado a 65°C, nos permite determinar el porcentaje total de humedad de la muestra alimenticia, mediante la siguiente fórmula:

$$H = HI + \frac{(100 - HI) \times HH}{100}$$

$$\% MS = 100 - \% H$$

Siendo:

H= humedad total (%)

HI= humedad inicial (%)

HH= humedad higroscópica (%)

## **Anexo 7. Protocolo para determinación de proteína en zanahoria cortada.**

- **DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS TOTALES: DETERMINACIÓN DEL NITRÓGENO TOTAL POR EL MÉTODO DE KJELDAHL (MÉTODO DE REFERENCIA)**

### **Fundamento:**

La sustancia a investigar se somete a un tratamiento oxidativo con ácido sulfúrico concentrado en presencia de una mezcla catalizadora (las sales/óxidos metálicos sirven para el transporte de oxígeno con formación intermedia de oxígeno nascente; el sulfato potásico sirve para elevar el punto de ebullición, alcanzándose temperaturas de 300-400°C durante la digestión). Del sulfato amónico formado se libera el amoníaco por tratamiento alcalino y éste se transporta con ayuda de una destilación en corriente de vapor a un recipiente con ácido bórico y se realiza una titulación con una solución valorada de ácido sulfúrico. El contenido en proteína de la muestra se calcula teniendo en cuenta el contenido medio en nitrógeno de la proteína en cuestión.

### **Reactivos:**

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado p.a. (98 %)
- Pastillas catalizadoras
- NaOH 40 %
- Solución H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (4 %)
- Solución H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,1 N)
- Indicador Mortimer: 0,016 % rojo de metilo y 0,083% verde de bromocresol en etanol

### **Determinación:**

#### **a) Digestión**

Colocar la cantidad adecuada de muestra (de acuerdo al contenido estimado de nitrógeno) entre 0,1 y 4 g con una precisión de  $\pm 1$  mg, en el tubo Kjeldahl de 500 ml. Agregar catalizador y 10-20 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. Todo el material debe estar sumergido en el ácido para que no haya pérdidas de nitrógeno. Setear la rampa de temperatura. La digestión demanda entre 1 y 2 horas.

**b) Destilación**

Preparar un erlenmeyer con 25-50 ml de  $\text{H}_3\text{BO}_3$  4 % (sobre el cual se va a recoger el  $\text{NH}_3$  destilado) y gotas de indicador Mortimer (color rojo), y colocarlo a la salida del refrigerante cuidando que el extremo del mismo quede sumergido en la solución ácida. El equipo ira agregando la cantidad necesaria de solución de NaOH 40 % como para neutralizar el ácido sulfúrico. El indicador vira a azul cuando empieza a destilarse el  $\text{NH}_3$  por arrastre en corriente de vapor. Se sigue destilando hasta llegar a aproximadamente 200 ml en el erlenmeyer colector (los primeros 150 ml de destilado contienen generalmente la totalidad del  $\text{NH}_3$ ).

**c) Titulación**

El destilado se titula con solución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0.1 N, hasta lograr el viraje del indicador Mortimer al color inicial rojo.

**d) Blanco**

Se debe realizar un blanco de reactivos, siguiendo las mismas indicaciones, pero sin colocar muestra en el balón.

**Cálculos:**

$$\text{Proteína total \%} = (V_{\text{Muestra}} - V_{\text{Blanco}}) \times N_{\text{ácido}} \times 1.4 \times F/g_{\text{muestra}}$$

Siendo:

$V_{\text{Muestra}}$  = volumen de ácido gastado en la titulación de la muestra (ml)

$V_{\text{Blanco}}$  = volumen de ácido gastados en la valoración del blanco (ml)

$N_{\text{ácido}}$  = normalidad del ácido sulfúrico

0.014 = peso del meq de nitrógeno (g)

F = factor de conversión de nitrógeno a proteína

$g_{\text{muestra}}$  = peso de la muestra (g)

## **Anexo 8. Protocolo para determinación de fibra en zanahoria cortada.**

### **• DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA**

El método se basa en la solubilización de compuestos no celulósicos mediante soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de potasio (hidróxido de sodio).

#### **Reactivos:**

- Ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 1,25% -  $0,255 \pm 0,005$  N. (12,5 g 98 % concentrado a 1000 ml con agua destilada). Controlar la concentración por titulación.
- Hidróxido de potasio (KOH) 1,25% -  $0,223 \pm 0,005$  N, libre de carbonato. 12,5 g hasta 1000 ml con agua destilada. Controlar la concentración por titulación.
- n-octanol como antiespumante.
- Acetona anhidra.

#### **Procedimiento:**

- Determine por separado la humedad de la muestra en un horno a  $105^\circ\text{C}$  de peso constante. Enfriar el desecador.
- Pese con precisión 1 gramo de la muestra triturada (1mm aproximadamente) con aproximación de 1 mg.
- Agregue 150 ml de ácido sulfúrico, precalentar con la placa caliente para reducir el tiempo requerido para hervir.
- Agregue 3-5 gotas de n-octanol como agente antiespumante.
- Hervir 30 minutos exactamente desde el inicio de la ebullición.
- Conectar al vacío para drenar el ácido sulfúrico.
- Lave tres veces con 30 ml (crisol lleno hasta la parte superior) de agua desionizada. Conectar cada vez al aire comprimido para agitar el contenido del crisol.
- Después de drenar el último lavado, agregar 150 ml de hidróxido de potasio precalentado (KOH) 1,25 % y 3-5 gotas de antiespumante.
- Dejar hervir 30 min.
- Filtrar y lavar según el punto 7.

- Realice un último lavado con agua desionizada fría para enfriar el crisol y luego lave tres veces el contenido del crisol con 25 ml de acetona, revolviendo cada vez con aire comprimido.
- Retire el crisol y determine el peso seco después de secar en un horno a 105°C durante una hora o hasta peso constante y haber dejado enfriar en un desecador. Este peso representa la fibra bruta más el contenido de ceniza.
- Cuando el contenido de ceniza es requerido, los crisoles se colocan en una mufla a 550°C durante tres horas y se vuelven a pesar después de enfriarlos en un desecador.
- Retire la ceniza y, si es necesario, limpie los crisoles mediante un procedimiento de oxidación.

**Nota:** La determinación de fibra cruda según Weende es un método oficial en Italia, Francia, Reino Unido, Suecia, Estados Unidos de América, etc.

Según U.S. AOAC, 15ª edición, la solución de hidróxido de potasio se reemplaza por una solución de hidróxido de sodio 0,313 + 0,005 N, (12,5 g de NaOH hasta 1000 ml con agua destilada).

## **Anexo 9. Procedimiento para la preparación, homogenización y dilución de las muestras para análisis microbiológico**

Se tomaron muestras que se encontraban con alguna anomalía en su apariencia y de cada tratamiento se realizó dos repeticiones por cada dilución.

### **Materiales y equipos:**

- Esterilizador
- Utensilios estériles (cuchillo, tenedor, cuchara, pinzas) para tomar muestra
- Micro pipeta (las necesarias de acuerdo con el número de diluciones).
- Cajas petri
- Tubos de ensayo de 10 ml.
- Licuadora con vaso esterilizado.

### **Procedimiento:**

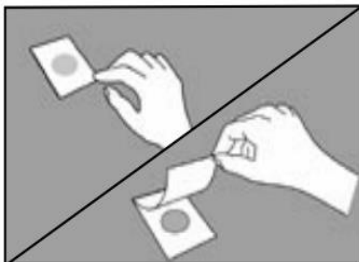
- Pesar una cantidad de 10.0 g de la muestra por analizar en un recipiente o bolsa plástica estéril de tamaño adecuado.
- Adicionar un volumen de 90.0 ml de agua pectonada al 0,1 %.
- Licuar la muestra más la solución de agua pectonada de 1 a 2 minutos hasta obtener una suspensión completa y homogénea, según se indique en la técnica correspondiente para cada alimento.

### **Nota:**

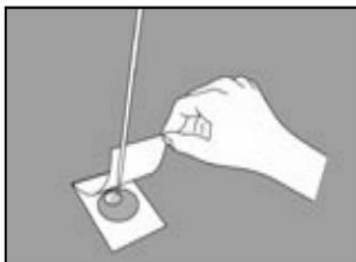
Para las diluciones se consideró lo siguiente: el testigo se usó la dilución  $1 \times 10^2$  y para los tratamientos desinfectados las diluciones de  $1 \times 10^1$ , para la segunda dilución se tomó 1 ml de la dilución primera y se agregó 9 ml de agua pectonada en un tubo de ensayo y se agito.

## Anexo 10. Siembra, incubación y recuento de microorganismos de acuerdo al protocolo para coliformes/ E. coli

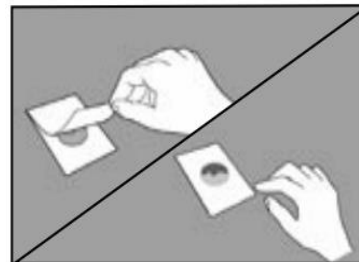
### Inoculación



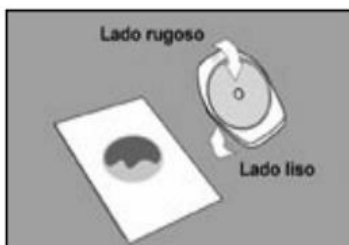
7 Coloque la Placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada. Levante la película superior.



8 Con la Pipeta Electrónica 3M™, o una pipeta equivalente **perpendicular** a la Placa Petrifilm, coloque 1 mL de la muestra en el centro de la película inferior.



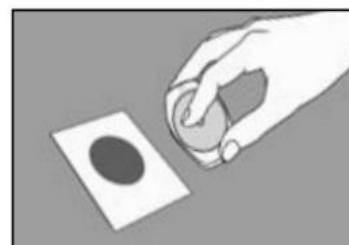
9 Baje con cuidado la película superior para evitar que atrape burbujas de aire. **No** la deje caer.



10 Con el lado **liso** hacia abajo, coloque el dispersor en la película superior sobre el inóculo.

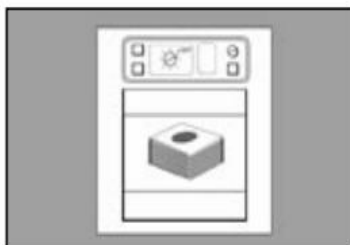


11 Presione **suavemente** el dispersor para distribuir el inóculo sobre el área circular. No gire Ni deslice el dispersor.



12 Levante el dispersor. Espere, por lo menos un minuto, a que solidifique el gel.

### Incubación



13 Incube las placas cara arriba en grupos de no más de 20 piezas. Puede ser necesario humectar el ambiente de la incubadora con un pequeño recipiente con agua estéril, para minimizar la pérdida de humedad.

### Interpretación



14 Las Placas Petrifilm pueden ser contadas en un contador de colonias estándar u otro tipo de lupa con luz. Consulte la Guía de Interpretación para leer los resultados.

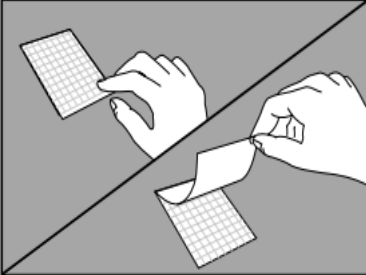
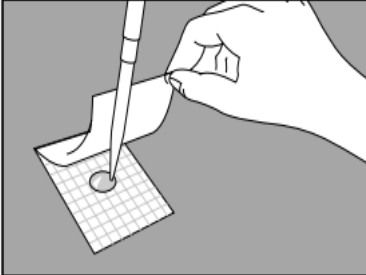
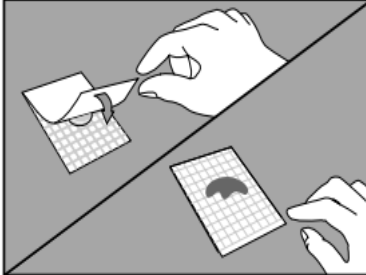


15 Las colonias pueden ser aisladas para su posterior identificación. Levante la película superior y tome la colonia del gel.

## Anexo 11. Siembra, incubación y recuento de microorganismos de acuerdo al protocolo para mohos y levaduras

**Inoculación**

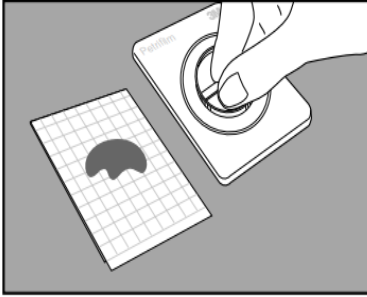
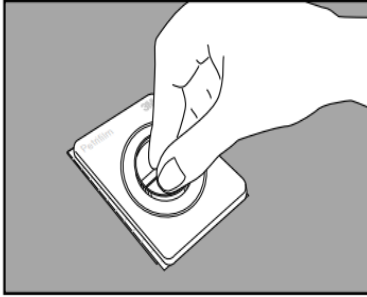
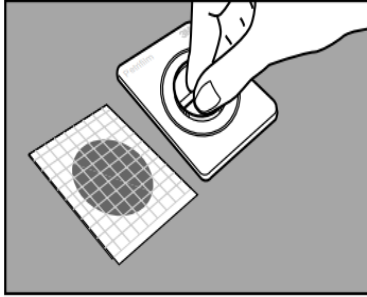
de *buffer* de citrato, sustitúyalo con cualquiera de los diluyentes citados arriba y caliéntelo hasta 45 °C.

**7** Coloque la Placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada. Levante la película superior.

**8** En forma **perpendicular** a la Placa Petrifilm, coloque 1 mL de la dilución de la muestra en el centro de la película cuadrículada inferior, con la Pipeta Electrónica 3M™ (o cualquier otro dispositivo similar).

**9** Libere la película superior dejando que caiga sobre la muestra.

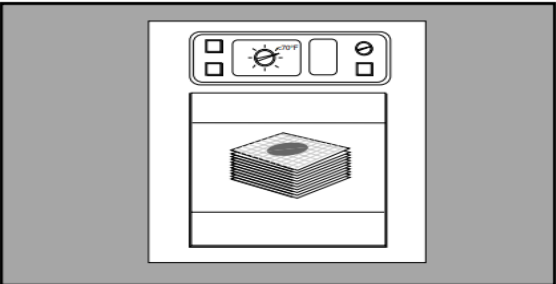




**10** Sosteniendo la barra cruzada del dispersor para mohos y levaduras, colóquelo sobre la película superior, cubriendo totalmente la muestra.

**11** Presione **suavemente** el dispersor para distribuir la muestra. **No gire ni deslice** el dispersor.

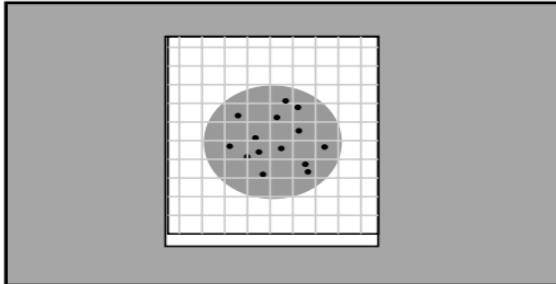
**12** Levante el dispersor. Espere por lo menos un minuto para permitir que se solidifique el gel y proceda a la incubación.

**Incubación**



**13** Incube las placas cara arriba en grupos de hasta 20 unidades entre 20 °C y 25 °C durante 3-5 días. Algunos mohos pueden crecer rápidamente, por lo que puede ser útil leer y contar las placas a los 3 días, ya que las colonias más pequeñas se verán más oscuras que los mohos ya crecidos a los 5 días. Si las placas presentan demasiado crecimiento al día 5, registre el resultado obtenido al día 3 como "estimado".







**Interpretación**



**14** Las Placas Petrifilm pueden ser contadas en un contador de colonias estándar o con una fuente de luz amplificada.



**Anexo 12. Tratamiento poscosecha de la zanahoria**

Selección de la materia	Prelavado
	
Pelado	Cortado (cubitos)
	
Lavado	Desinfección (ozono)
	

Escaldado	Choque térmico
	
Ecurrido	Secado
	
Envasado	Almacenamiento
	

### Anexo 13. Hoja de evaluación para análisis organoléptico

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

Nombre del evaluador (a): ..... Fecha: .....

**Instrucciones:** marque con una x de acuerdo a lo percibido

Atributo organoléptico	Valoración de la escala	Descripción	Resultado
Color	5	Naranja oscuro intenso	
	4	Naranja oscuro poco intenso	
	3	Naranja pálido	
	2	Pálido	
	1	No tiene	

Atributo organoléptico	Valoración de la escala	Descripción	Resultado
Sabor	5	Muy bueno	
	4	Bueno	
	3	Ligeramente dulce	
	2	Levemente dulce	
	1	No tiene	

Atributo organoléptico	Valoración de la escala	Descripción	Resultado
Textura	5	Muy firme	
	4	Firme	
	3	Poco firme	
	2	Poco blanda	
	1	Muy blanda	

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**