FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS ARVEJAS TIERNAS ULTRACONGELADAS APLICANDO TRES DESINFECTANTES DIFERENTES, EN LA PARROQUIA CHUQUIRIBAMBA, CANTÓN Y PROVINCIA DE LOJA.

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniera Agrícola.

AUTORA:

Jenniffer Andrea Patiño Armijos

DIRECTOR:

Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval, Ph.D.

LOJA – ECUADOR

2020

CERTIFICACIÓN

Ing. Wilson Rolando Chalco Sandoval PhD.

DOCENTE DE LA FACULTAD AGROPECUARIA Y 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 LAS ARVEJAS TIERNAS ULTRACONGELADAS APLICANDO TRES DESINFECTANTES DIFERENTES, EN LA PARROQUIA CHUQUIRIBAMBA, CANTÓN Y PROVINCIA DE LOJA",** de la autoría de la señora egresada de la carrera de Ingeniería Agrícola Jenniffer Andrea Patiño Armijos, ha concluido de acuerdo al cronograma aprobado y autorizo se continúe con el trámite de graduación.

Loja, 9 de marzo de 2020

.....

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El tribunal calificador de la tesis, **EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS ARVEJAS TIERNAS ULTRACONGELADAS APLICANDO TRES DESINFECTANTES DIFERENTES, EN LA PARROQUIA CHUQUIRIBAMBA, CANTÓN Y PROVINCIA DE LOJA,** de autoría de la señora Jenniffer Andrea Patiño Armijos, 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, julio del 2020

Atentamente;

Firmado electrónicamente por:
PEDRO MANUEL
MESIAS GUAYA
PAUTA

M.Sc. Pedro Manuel Guaya Pauta

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Firmado electrónicamente por:
LUIS FLORESMILO
SIVISACA
CARAGUAY

M.Sc. Luis Sivisaca Caraguay

NOHEMI DEL
CARMEN
JUMBO BENITEZ

Firmado digitalmente por
NOHEMI DEL CARMEN
JUMBO BENITEZ
Fecha: 2020.07.20
16:42:47 -05'00'

Mg.Sc. Nohemi Jumbo Benítez

AUTORÍA

Yo, **Jenniffer Andrea Patiño Armijos** declaro ser 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: Jenniffer Andrea Patiño Armijos

Firma:

Cédula: 1150034104

Fecha: Loja, marzo del 2020

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

Yo, Jenniffer Andrea Patiño Armijos declaro ser autora de la tesis titulada: **EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS ARVEJAS TIERNAS ULTRACONGELADAS APLICANDO TRES DESINFECTANTES DIFERENTES, EN LA PARROQUIA CHUQUIRIBAMBA, CANTÓN Y PROVINCIA DE LOJA**, como requisito para optar al grado de Ingeniera Agrícola, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre 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 RDI, 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 veintisiete días del mes de julio del dos mil veinte.

Firma:

Autor: Jenniffer Andrea Patiño Armijos

Cédula: 1150034104

Dirección: Los molinos

Correo electrónico: patinojenniffer1995@hotmail.com

Teléfono: 072577749

Celular: 0980632725

DATOS COMPLEMENTARIOS

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

Tribunal de grado: Mg. Sc. Pedro M. Guaya

Mg. Sc. Noemi C. Jumbo

M.Sc. Luis F. Sivisaca

Agradecimiento

A mis padres quienes siempre me apoyaron no solo económicamente, sino también con sus palabras de aliento, a ellos quienes fueron un pilar fundamental para poder culminar con mis estudios Universitarios.

A mi esposo e hijos quienes son mi principal motivación e inspiración para superarme cada día, porque con su amor me impulsaron a luchar para alcanzar mis objetivos.

A la Universidad Nacional de Loja por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera y a los docentes de la carrera de Ingeniería Agrícola porque con los conocimientos impartidos día a día en el aula de clases me permitieron formarme como profesional.

A mi director de tesis el Ing. Wilson Chalco por su paciencia, apoyo y orientación brindada para poder elaborar mi trabajo de tesis.

Dedicatoria

A Dios, por haberme colmado de tantas bendiciones, fortaleza y sabiduría para poder cumple una meta más en mi vida.

A mis padres, Galo Patiño y Enma Armijos porque me dieron la vida y me han brindado su ejemplo y apoyo incondicional, porque nunca dejaron de confiar en mi a pesar de todo, porque siempre han estado ahí con sus consejos y palabras de aliento.

A mis tres hermosos hijos, Erick, Sofia y Danna Ortega quienes me han impulsándome a seguir adelante y no rendirme, porque con su cariño y amor han llenado mi vida y me han motivado a luchar cumplir con mis objetivos.

A mi esposo, David Ortega quien es mi compañero y amor de mi vida, por su apoyo incondicional, porque juntos hemos enfrentado dificultades y las hemos vencido. Gracias por formar parte de mi vida y contribuir en mis logros.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido **Pág.**

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS……II

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO……...III

AUTORÍA…….IV

CARTA DE AUTORIZACIÓN……..V

Agradecimiento……VI

Dedicatoria……...VII

RESUMEN…….XVI

ABSTRACT……...XVII

1. INTRODUCCIÓN 1

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....3

2.1. Hortalizas.....3

2.2. Generalidades de la arveja.....3

2.2.1. Origen.....4

2.2.2. Clasificación Taxonómica.....4

2.2.3. Composición química. 5

2.2.4. Producción.....5

2.3. Poscosecha.....6

2.3.1. Recepción. 7

2.3.2. Desgranado.....7

2.3.3. Selección. 7

2.3.4. Lavado.....7

2.3.5. Desinfección. 8

2.3.5.1. Desinfectantes.....8

2.3.5.1.1. Concentración efectiva de desinfectante.....8

2.3.5.1.2. Tiempo de contacto.....9

2.3.5.1.3. pH.....9

2.3.5.1.4. Temperatura.....9

2.3.5.1.5. Calidad del agua.....9

2.3.5.1.6. Hipoclorito de sodio.....9

2.3.5.1.7. Aceites esenciales - AE.....10

2.3.5.1.8. Ozono.....12

2.3.6. Escaldado.....13

2.3.7. Secado.....13

2.3.8. Envasado.....14

2.3.8.1. Polietileno de baja densidad (LDPE).....14

2.3.8.2. Polipropileno (PP).....15

2.4. Almacenamiento.....15

2.4.1. Refrigeración.....15

2.4.2. Congelación.....15

2.4.2.1. Ultracongelación.....16

2.4.3. Líquidos criogénicos.....17

2.5. Vida útil.....17

2.6. Calidad.....18

2.7. Análisis de calidad de las hortalizas.....18

2.7.1. Análisis físico-químicos.....18

2.7.1.1. Contenido de humedad.....19

2.7.1.2. Fibra. 19

2.7.1.3. Proteína 19

2.7.1.4. Cenizas. 20

2.7.1.5. Carbohidratos.....20

2.7.2. Análisis microbiológicos.....20

2.7.2.1. Microorganismos indicadores de alteración y de calidad higiénica en alimentos.....21

2.7.2.1.1. Coliformes totales. 21

2.7.2.1.2. Escherichia coli.....21

2.7.2.1.3. Mohos y levaduras 22

2.7.2.2. Métodos de detección de microorganismos. 22

2.7.2.2.1. Recuento de microorganismos en placas Petrifilm.....23

2.7.2.3. Recuento de E. coli y coliformes en placas Petrifilm^{TM}. 23

2.7.2.4. Recuento de mohos y levaduras en placas Petrifilm^{TM}.....24

2.7.3. Análisis organolépticos. 24

2.7.3.1. Textura. 26

2.7.3.2. Color.....26

2.7.3.3. Sabor. 26

2.8. Costos de producción 26

2.8.1. Costos fijos. 26

2.8.2. Costos variables. 27

3. MATERIALES Y MÉTODOS 28

3.1. Ubicación.....28

3.2. Materiales 28

3.2.1. Materiales y equipos de laboratorio. 28

3.2.2. Reactivos. 29

3.2.3. Insumos. 29

3.2.4. Materiales de oficina. 29

3.3. Diseño estadístico 30

3.4. Metodología por objetivos.....30

3.4.1. Metodología para el primer objetivo.....30

3.4.1.1. Selección de la variedad de arveja. 30

3.4.1.2. Pruebas preliminares de diferentes desinfectantes y concentraciones. 30

3.4.1.2.1. Selección 32

3.4.1.2.2. Lavado. 32

3.4.1.2.3. Desinfección. 33

3.4.1.2.4. Escaldado.....36

3.4.1.2.5. Secado. 36

3.4.1.2.6. Ultracongelación. 36

3.4.1.2.7. Envasado. 36

3.4.1.2.8. Almacenamiento. 36

3.4.1.3. Análisis organoléptico de las pruebas preliminares. 36

3.4.1.4. Elección de los desinfectantes definitivos. 37

3.4.1.5. Análisis, organoléptico, físico-químico y microbiológico de los tratamientos definitivos.. 37

3.4.1.5.1. Análisis organoléptico. 37

3.4.1.5.2. Análisis físico-químico 37

3.4.1.5.3. Análisis microbiológico 38

3.4.2. Metodología para el segundo objetivo. 39

3.4.3. Metodología para el tercer objetivo. 39

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 41

4.1. Establecimiento de los parámetros óptimos de desinfección de la arveja.....41

4.1.1. Definición de la variedad de arveja a utilizar. 41

4.1.2. Resultados de las pruebas preliminares de tipo y concentración de desinfectantes. ..41

4.1.3. Definición de los tratamientos definitivos de desinfección. 44

4.1.4. Resultados del análisis organoléptico, físico-químico y microbiológico de los tratamientos definitivas. 45

4.1.4.1. Resultados del análisis organoléptico. 45

4.1.4.2. Resultados del análisis físico – químico. 48

4.2. Determinación del mejor tratamiento de desinfección en función de los cambios físico-químicos, organolépticos y microbiológicos. 54

4.2.1. Evaluación de los resultados de los análisis físico-químico, organoléptico y microbiológico de los tratamientos definitivos. 54

4.2.2. Definición de la vida útil de los tratamientos 54

4.2.3. Establecimiento de los parámetros óptimos de desinfección de la arveja ultracongelada. 55

4.3. Resultados considerando la vida útil, los parámetros óptimos de desinfección y los costos variables de producción de la arveja ultracongelada. 55

4.4. Resultados de los costos de producción del mejor tratamiento 56

5. CONCLUSIONES.....58

6. RECOMENDACIONES 59

7. BIBLIOGRAFÍA 60

8. ANEXOS 71

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas **Pág.**

Tabla 1. Composición química de la arveja por 100 g de porción comestible……5

Tabla 2. Escala hedónica de cinco puntos…….25

Tabla 3. Tratamientos de desinfección aplicados en las pruebas preliminares……..31

Tabla 4. Volúmenes de hipoclorito a utilizar para preparar las soluciones desinfectantes……...33

Tabla 5. Concentraciones de ozono a utilizar para preparar las soluciones desinfectantes……..34

Tabla 6. Volúmenes de aceite esencial de tomillo y orégano para preparar las soluciones desinfectantes…….35

Tabla 7. Resultados de la evaluación organoléptica de los tratamientos preliminares de arveja durante los 3 meses de almacenamiento……42

Tabla 8. Tratamientos definitivos para la desinfección de arvejas……....44

Tabla 9. Resultados del análisis organoléptico versus el tiempo de almacenamiento de los tratamientos definitivos……..46

Tabla 10. Resultados del análisis físico- químico de los tratamientos definitivos en relación al tiempo inicial y final de almacenamiento……..49

Tabla 11. Resultados del análisis microbiológico de los tratamientos definitivos en relación con el tiempo inicial y final de almacenamiento……...51

Tabla 12. Resultados considerando la vida útil, los parámetros óptimos de desinfección y los costos variables de producción de la arveja ultracongelada……..55

Tabla 13. Resultados considerando la vida útil, los parámetros óptimos de desinfección y los costos variables de producción de la arveja ultracongelada……...56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras **Pág.**

Figura 1. Diseño Placa Petrifilm TM 23

Figura 2. Mapa de ubicación de la parroquia Chuquiribamba.....28

Figura 3. Flujograma del manejo poscosecha para la conservación de la calidad de las arvejas. .32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos **Pág.**

Anexo 1. Norma Del Codex Para Los Guisantes (Arvejas) Congelados Rápidamente (Codex Stan 41-1981, Mod) 71

Anexo 2. Protocolo para determinación de humedad 72

Anexo 3. Protocolo para determinar fibra cruda.....75

Anexo 4. Protocolo para determinar proteína.....77

Anexo 5. Protocolo para determinar cenizas.....79

Anexo 6. Inoculación, incubación e interpretación de la Placas Petrifilm.....80

EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS ARVEJAS TIERNAS ULTRACONGELADAS APLICANDO TRES DESINFECTANTES DIFERENTES, EN LA PARROQUIA CHUQUIRIBAMBA, CANTÓN Y PROVINCIA DE LOJA

RESUMEN

La desinfección juega un papel muy importante en la conservación de alimentos, debido a que permite disminuir la carga microbiana patógena responsable del deterioro de la calidad de las frutas y hortalizas; existe una variedad de agentes desinfectantes químicos y naturales que han sido utilizados en algunos alimentos, sin embargo, en algunos de ellos existen problemas en su aplicación, de ahí que se planteó la presente investigación, la cual se realizó en la Universidad Nacional de Loja mediante el empleando de información y materia prima obtenida en la parroquia Chuquiribamba del cantón y provincia de Loja; esto con la finalidad de desarrollar un alternativa que permita conservar la calidad de la arveja ultracongelada mediante la aplicación de desinfectantes a concentraciones diferentes, para esto, primero se realizó pruebas preliminares en las cuales se empleó el hipoclorito de sodio a 50, 100 y 150 ppm; ozono a 20 y 40 ppm; y, los aceites esenciales de orégano y tomillo a 30, 50 y 70 ppm; a partir de los resultados obtenidos del análisis organoléptico de estas pruebas se determinó que los tratamientos definitivos fueron: hipoclorito de sodio a 100 ppm, ozono a 40 ppm y aceite esencial de tomillo a 50 ppm; a los cuales se les realizo los siguientes análisis de calidad: organoléptico, físico-químico y microbiológico; y, la determinación de los parámetros óptimos de desinfección y los costos de producción de la arveja.

Los resultados de los tratamientos definitivos demuestran que el tratamiento testigo (T_1) presento calificaciones inferiores en los análisis organoléptico y microbiológico, respecto al T_2, T_3 y T_4 ; así mismo, las muestras desinfectadas conservaron sus características de calidad durante 6, 5 y 8 meses, respectivamente; además, en la composición química de la arveja no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro tratamientos; en base a estos resultados se definió que el mejor tratamiento de desinfección para la arveja ultracongelada fue aplicando aceite esencial de tomillo a 50 ppm durante 5 minutos, debido a que presento mayor tiempo de vida útil (8 meses) en relación a los demás tratamientos; finalmente, se determinó que los costos de producción para elaborar 500 gramos de arveja ultracongelada asciende a 2,32 USD, mientras que el precio de venta al público es de 2,78 USD considerando un 20% de utilidad.

ABSTRACT

Disinfection plays a very important role in food preservation, because it allows decrease the responsible pathogenic microbial load of the quality deterioration of fruits and vegetables; there is a variety of chemical and natural disinfecting agents that have been used in some food, however, in some of them there are problems in their application, hence the present research was proposed, which was carried out at the National University of Loja by using information and raw materials obtained in the Chuquiribamba parish of the canton and province of

Loja; this in order to develop an alternative that allows to preserve of the deep-frozen pea quality through the application of disinfectants at different concentrations. For this, first preliminary tests were carried out in which sodium hypochlorite was used at 50, 100 and 150 ppm; ozone at 20 and 40 ppm; and, the essential oils of oregano and thyme at 30, 50 and 70 ppm. Starting from the obtained results from the organoleptic analysis of these tests, it was determined that the definitive treatments were: sodium hypochlorite at 100 ppm, ozone at 40 ppm and thyme essential oil at 50 ppm; to which the following quality analyzes were carried out: organoleptic, physical-chemical and microbiological; and, the determination of the optimal disinfection parameters and the pea production costs.

The results of definitive treatments show that the control treatment (T1) presented lower scores in the organoleptic and microbiological analyzes, compared to T2, T3 and T4; likewise, the disinfected samples kept their quality characteristics for 6, 5 and 8 months, respectively; in addition, in the pea chemical composition there were no statistically significant differences between the four treatments; based on these results it was defined that the best disinfection treatment for the deep-frozen pea was applying essential thyme oil at 50 ppm for 5 minutes, due to the fact that it had a longer shelf life (8 months) in relation to the other treatments. Finally, it was determined that the production costs to elaborate 500 grams of deep-frozen peas amount to 2.32 USD, while the retail price is 2.78 USD considering a 20% profit.

1. INTRODUCCIÓN

Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua - ESPAC (2018) en el Ecuador la superficie de arveja plantada es de 5.412 hectáreas con una producción de 13.986 T; mientras que, el 40 % de la producción agrícola o un poco más sufre pérdida poscosecha, debido a factores tales como: inadecuada manipulación de los productos, a medida que pasa el tiempo los procesos de degradación va aumentando, deficiente infraestructura de vías de transporte, empaques inadecuados, fallas y carencias en los procesos de recolección, selección y clasificación, entre otros (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO, 2012). Por otro lado, la superficie de arveja tierna plantada en la provincia de Loja es de 4 hectáreas con una producción de 3 T.

La principal actividad económica productiva de la parroquia Chuquiribamba, es la agricultura, pues se caracteriza por ser productora de una gran variedad de frutas y hortalizas; sin embargo, esta actividad se ha visto afectada por la falta de instalaciones de almacenamiento e infraestructura que permitan optimizar el manejo poscosecha; los problemas antes citados han ocasionado grandes pérdidas para los agricultores de la parroquia debido a que las frutas y hortalizas sufren alteraciones que provocan el deterioro de la calidad en lo relativo al aspecto, textura, sabor, valor nutritivo e inocuidad de los alimentos, y por tanto, los precios de las frutas y hortalizas disminuyen, afectando a los ingresos y la calidad de vida de los productores y sus familias.

Para dar solución a esta problemática, constituye una verdadera necesidad desarrollar una propuesta que contribuya a conservar la calidad e inocuidad de los productos agrícolas mediante el empleo de nitrógeno líquido y la aplicación de diferentes desinfectantes químicos y naturales, los cuales tiene la capacidad de disminuir la carga patógena (hongos, bacterias, virus y protozoos) responsable del deterioro de los alimentos. Para esto se evaluó el efecto del hipoclorito de sodio, ozono y aceite esencial de tomillo en diferentes concentraciones sobre las características organolépticas, físico-químicas y microbiológicas de la arveja.

Mediante la presente investigación se pudo comprobar que el uso de nitrógeno líquido y agentes desinfectantes permite conservar la calidad organoléptica y microbiológica de la arveja sin afectar su valor nutricional, a más de alargar su tiempo de vida útil. Con los resultados obtenidos se espera reducir las pérdidas ocasionadas en las etapas posteriores a la cosecha de la arveja; por

otro lado, se pretende presentar con una nueva oportunidad para que los agricultores de la parroquia Chuquiribamba puedan comercializar la arveja con valor agregado y obtener mayores ingresos económicos que les permita mejorar la calidad de vida.

Por lo tanto, para llevar a cabo esta investigación se planteó 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.
- 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 BIBLIOGRÁFICA

2.1. Hortalizas

Según FAO (2011) se conoce por hortalizas a un conjunto de plantas herbáceas o semileñosas, de las cuales se pueden utilizar como alimento sus hojas, bulbos, tallos, frutos, inflorescencias o tubérculos, este grupo incluye a las verduras y legumbres. Las verduras como la col, zanahoria, brócoli, lechuga, camote, tomate, esparrago, entre otros. Las legumbres incluyen a los frutos y semillas no maduras de las leguminosas desarrolladas en vainas, entre las de mayor consumo se encuentran el haba, frijol y las arvejas. Las hortalizas son importantes para la alimentación por su alto contenido de proteínas, minerales y vitaminas (Chávez, 2013 y Huerta, s.f).

La producción mundial de hortalizas desde el 2005 al 2014 ha incrementado de 901.211 millones a 1.169.445 millones de kilogramos, con un incremento constante a lo largo de los años. Durante este periodo la producción mundial de hortalizas creció a un ritmo de 29,76 % anual (Hortoinfo, s.f).

El Ecuador presenta condiciones propicias para la producción de hortalizas, debido a esto se cultiva alrededor de 40.000 hectáreas de hortalizas, por lo cual las hortalizas representan para el país un rubro importante en la estructura de la producción alimentaria y para la economía nacional, pues para el año 2016 contribuyeron el 16% al PIB agrícola del país (Guamán y Macas, 2016; Cerda, Molina, Moreno, Moreno y Pilamala, 2019).

2.2. Generalidades de la arveja

Las arvejas son semillas redondas pertenecientes a la familia de las legumbres, son llamadas también chicharros, guisantes o petit pois; se comercializan en el mercado ya sea congeladas, enlatadas, secas o frescas (Mundo rural, 2017).

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2013) se entiende por arvejas congeladas rápidamente, al producto preparado con semillas de arvejas frescas, limpias, sanas, enteras e inmaduras que han sido lavadas y escaldadas suficientemente para lograr una estabilidad adecuada de color y sabor durante los ciclos normales de comercialización.

2.2.1. Origen.

Según Cuasapaz (2015) la arveja es una de las plantas herbáceas más antiguas (7.000 o 6.000 años a.C.), la cual pertenece a la familia de las leguminosas y cuyo origen se encuentra en la zona comprendida desde el mediterráneo, pasando por el Medio Oriente, hasta el suroeste de Asia. Su cultivo se encuentra expandido a regiones templadas y zonas altas de los trópicos de todo el mundo.

2.2.2. Clasificación Taxonómica.

Según Terranova (1995) citado por Narváez (2005), la arveja presenta la siguiente clasificación taxonómica.

Reino:	Vegetal
Clase:	Angiosperma
Subclase:	Dicotiledónea
Orden:	Rosales
Familia:	Leguminosa
Subfamilia:	Papilionoidae
Tribu:	Viceae
Género:	Pisum
Especie:	*Pisum sativum L.*

2.2.3. Composición química.

En la tabla 1 se presenta la composición química de la arveja

Tabla 1.
Composición química de la arveja por 100 g de porción comestible

Componente	Arveja Verde	Arveja Congelada
Agua (g)	75,2	76,5
Proteínas (g)	6	5,3
Grasas (g)	0,5	0,4
Carbohidratos (g)	13,1	10
Fibra (g)	5,2	7,8
Ca (mg)	24	25
Fe (mg)	1,7	1,5
Mg (mg)	35	27
Zn (mg)	0,7	0,9
Na (mg)	1	3
K (mg)	340	190
Tiamina (mg)	0,3	0,3
Riboflavina (mg)	0,15	0,11
Niacina (mg)	3	3
Ácido Ascórbico (mg)	23	18

Fuente: Moreiras, Carbajal, Cabrera., y Cuadrado, s.f

2.2.4. Producción.

Según La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura – FAO (s.f) los principales países productores de arvejas verdes a nivel mundial son China con más de 10

millones de toneladas (59 %), seguido por India con 3,6 millones (21 %) y Francia con 0,6 millones (4 %).

El Ecuador posee un espacio productivo potencial para el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*), debido a que sus características geográficas y climáticas son propicias para su desarrollo, es por ello que la superficie plantada de arveja es de 5.412 hectáreas con una producción de 13.986 Tm; esta leguminosa es sembrada en la región Sierra principalmente en las provincias de Bolívar, Chimborazo, Loja, Cañar, Carchi, Imbabura, Pichincha, Azuay y Tungurahua. Es un cultivo de ciclo vegetativo corto, donde las mayores siembras se realizan en los meses de marzo, abril, mayo y junio (Cuasapaz, 2016 y Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua – ESPAC, 2018).

La arveja es una leguminosa de alto consumo en el Ecuador, pues 94 % de las familias de la Región Amazónica, 96 % de las familias de la Sierra y el 82 % de las familias de la Costa la consumen, estos datos muestran el mercado potencial existente (Caicedo y Peralta, 1999).

Por otro lado, según ESPAC (2018) la superficie de arveja tierna plantada en la provincia de Loja es de 4 hectáreas, mientras que la producción es de 3 Tm.

Hay que tomar en cuenta que en la parroquia de Chuquiribamba se cultiva una variedad de hortalizas, entra las cuales se encuentra la arveja; sin embargo, no existe información en literatura acerca de las cantidades que se produce de este cultivo.

2.3. Poscosecha

La poscosecha es el período comprendido entre la recolección de los productos en el campo y el momento en que éstos son consumidos, la cual tiene como objetivo conservar la calidad de los mismos mediante el cumplimiento de normas y exigencias sobre fitosanidad que contribuyan a reducir perdidas y garanticen la inocuidad de los alimentos (Montalvo, 2011).

Según Cantos (2003) las pérdidas poscosecha de los alimentos varían según la región. En los países desarrollados varía entre 5 a 25 %, mientras que en los países en vías de desarrollo está entre el 20 y 50 %, lo cual se debe principalmente a que existe una deficiente infraestructura de vías; uso inadecuado de empaques; sistemas inadecuados de enfriamiento e inconvenientes en los procesos de recolección, selección y clasificación.

Para conservar adecuadamente las arvejas frescas se requiere que la temperatura de la cámara este en el rango de 1 a 2 °C y la humedad relativa de 90 al 98 % (Fernández, 2013).

Las fases mínimas que conforman el manejo poscosecha son las siguientes:

2.3.1. Recepción.

Una vez que son cosechadas se debe realizar el acopio en una superficie amplia y plana, evitando la acumulación excesiva de unas sobre otras, ya que en este caso la vaina de la arveja es muy sensible y no protege adecuadamente el grano de daños mecánicos que se pueden producir durante el manejo en esta etapa. La arveja apta para la conservación debe cumplir con una óptima madurez, color verde brillante y debe estar libre de daños físicos, químicos y microbiológicos (Rojano, 2006).

2.3.2. Desgranado.

Es la separación del grano de la vaina, se lo realiza de forma manual o mecánica después de la cosecha. En el caso del desgranado manual se debe evitar que las uñas de los operarios lastimen al grano, ya que son muy propensas a sufrir lesiones (Narváez, 2005 y Rojano, 2006).

2.3.3. Selección.

El objetivo de esta etapa es eliminar materiales no deseados en el grano tales como: granos deformes, decolorados o marchitos, granos con daños mecánicos o lastimados durante las etapas de recepción y desgranado. Es importante realizar la selección debido a que los materiales defectuosos pueden ser una fuente de contaminación bacteriana (Rojano, 2006).

2.3.4. Lavado.

El lavado se realiza para obtener un alimento sin suciedad gruesa y eliminar los residuos químicos que pudieran haber permanecido en el alimento. Cuando el alimento contiene una alta cantidad de suciedad y residuos se debe aplicar el tratamiento de lavado dos veces, se recomienda utilizar agua potable a temperatura inferior a la de los alimentos con fin de minimizar el crecimiento y la actividad de microorganismos (Larios, 2011 y Rojano, 2006).

2.3.5. Desinfección.

La desinfección es un proceso en el cual se enjuaga los alimentos con una solución de agua y agentes químicos denominados desinfectantes, los cuales son capaces de reducir el número de patógenos y otros microorganismos (Campos y Manzano, 2007).

Existe algunos parámetros que se toman en cuenta para determinar la eficacia de un desinfectante, entre los cuales tenemos: características de su superficie, temperatura y tipo de patógeno. La fase de desinfección puede ser realizada por varios métodos, los más comunes son ducha o aspersión y por inmersión dentro de una solución (el borbolleo por inyección de aire mejora su eficacia) (Rojano, 2006).

2.3.5.1. Desinfectantes.

Según Inca (2012) los desinfectantes son sustancias con propiedades germicidas, es decir, que tienen la capacidad de eliminar microorganismos (mohos, bacterias, virus, entre otros).

Existe una gran diversidad de desinfectantes, pero el más utilizado es el hipoclorito de sodio (NaClO). Entre los desinfectantes que se utilizan en menor grado tenemos el ozono (O_3), peróxido de hidrógeno (H_2O_2), agua electrolizada, ácido peroxiacético (PAA), ácidos orgánicos (láctico, cítrico, acético, entre otros) y aceites esenciales de plantas (romero, tomillo, orégano, eucalipto) (García y Vázquez, 2015).

Según El Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (2013) existen diferentes factores que influyen en la acción de un desinfectante, entre los más importantes tenemos: la concentración efectiva del desinfectante, el tiempo de contacto, la temperatura, el pH y la calidad del agua. A continuación, se realiza una descripción de estos factores:

2.3.5.1.1. Concentración efectiva de desinfectante.

Es uno de los factores más importantes que se debe tomar en cuenta para el éxito de la desinfección. La efectividad del desinfectante puede cambiar por diversos factores tales como: materia orgánica presente, temperatura y tiempo de contacto; razón por la que se debe definir una concentración que asegure su efectividad durante el tiempo que dure el proceso.

2.3.5.1.2. Tiempo de contacto.

El vegetal debe ser expuesto al desinfectante el tiempo suficiente para asegurar una adecuada desinfección, es por ello, que es necesario combinar tiempo de contacto versus concentración efectiva del desinfectante. En general, a mayor tiempo de contacto se requiere menor concentración efectiva del desinfectante y viceversa.

2.3.5.1.3. pH.

Este parámetro debe ser considerado, ya que los desinfectantes pueden perder actividad si no actúan al pH adecuado.

2.3.5.1.4. Temperatura.

Este factor afecta la solubilidad de algunos desinfectantes en el agua, en el caso de los hipocloritos, a mayor temperatura disminuye su solubilidad en el agua, siendo más estables y efectivos a bajas temperaturas.

2.3.5.1.5. Calidad del agua.

Es importante que el agua utilizada para la desinfección cumpla con los requisitos de potabilidad en relación a la cantidad de sales y gérmenes patógenos presentes en la misma, debido a que el agua contaminada disminuye el poder microbiano de los desinfectantes y aumenta la formación de subproductos tóxicos, lo que representa un riesgo de contaminación del producto.

A continuación, se describe algunos desinfectantes.

2.3.5.1.6. Hipoclorito de sodio.

También conocido como cloro, es uno de los desinfectantes más utilizados en alimentos; su fórmula molecular es NaClO. Constituye un germicida eficaz contra los microrganismos, su acción germicida depende de la concentración empleada, pH, temperatura, contenido de materia mineral y orgánica; a una concentración de 100 ppm en la solución desinfectante puede reducir hasta 100 veces la carga microbiana total del producto. El mecanismo de acción del cloro sobre los microorganismos consiste en afectar la membrana citoplasmática dejándola propensa a la entrada de otros compuestos (Campos, 2007; Manzano, 2007 y Rojano, 2006).

El hipoclorito de sodio es el agente sanitizante mas utilizado para disminuir la actividad microbiana en alimentos frescos, sin embargo, estudios sobre este desinfectante han demostrado que tiene limitaciones en su capacidad para eliminar ciertas bacterias en la superficie de frutas y vegetales; lo máximo que se puede esperar a concentraciones permitidas (oscilan de 50 a 200 ppm con un tiempo de inmersión máximo de 5 minutos) es una reducción logarítmica de 10^{-1} a 10^{-2} de la población microbiana (Bastidas, 2015 y Mundo Alimentario, 2008).

Por otro lado, las Organizaciones ambientales y de salud han mencionado su preocupación por la utilización de agentes sanitizantes tradicionales a partir de los cuales se forman subproductos cancerígenos (trihalometanos - THMs y cloramidas) en las aguas residuales que regresan al ambiente. Lo antes mencionado puede ocasionar en un futuro la restricción del uso del hipoclorito como desinfectante (Mundo Alimentario, 2008).

Inca (2012) evaluó el cloro en la desinfección de tres hortalizas, en su trabajo reporto que las muestras sin desinfectar tuvieron un recuento de 10 y 64,56 UFC/g para *Escherichia coli* y coliformes totales, respectivamente; mientras que los productos desinfectados con cloro presentaron un recuento de 0,11 y 0,61 UFC/g en los microorganismos antes citados.

2.3.5.1.7. Aceites esenciales - AE

Son líquidos aceitosos compuestos por mezclas complejas de ésteres, aldehídos, cetonas y terpenos; obtenidos por varios métodos a partir de diferentes partes de las plantas como flores, yemas, semillas, hojas, ramas, corteza, hierbas, madera, frutos y raíces; siendo el método por destilación por arrastre de vapor el más utilizado en la producción comercial (García, Martínez, Ortega y Castro, 2010). Estos aceites presentan las siguientes propiedades: son compuestos aromáticos, muy solubles en alcohol y poco solubles en agua; son ampliamente conocidos por su actividad antimicrobiana contra un amplio rango de bacterias y hongos, lo cual se debe a la capacidad para colapsar la membrana celular y permitir la pérdida de componentes vitales (Morales, 2015).

Dentro del grupo de aceites esenciales, podemos resaltar los aceites de orégano y tomillo, ya que se ha demostrado su efecto inhibidor sobre bacterias y hongos debido a su propiedad antioxidante, característica atribuida por estar formados en gran parte por compuestos fenólicos tales como carvacrol y timol (Borboa *et al.*, 2010). “Su efecto consiste en la capacidad de

incrementar la fluidez de la membrana y salida de iones de potasio, conduciendo a una disminución en el gradiente de pH a través de la membrana citoplasmática y un colapso en el potencial de membrana, además de la inhibición en la síntesis de adenosin trifosfato-ATP, finalmente estos eventos son seguidos de la muerte celular" (Morales, 2015, p.25).

- **Aceite de tomillo**

Según Chuquitarco (2014) el aceite esencial de tomillo presenta una actividad antimicrobiana frente a microrganismos patógenos gram positivos (*Staphylococcus aureus*) y gram negativos (*Salmonella typhi*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli).* Además, tiene acción antifúngica contra hongos (*Aspergillus niger*, *Mucor spp.* y *Fusarium oxysporum*) y levaduras (*Candida albicans*). Esta característica se debe a su composición rica en compuestos fenólicos como el timol y carvacrol.

"Los principales componentes químicos del aceite esencial de tomillo son: timol (40%), p-cimeno (15-50 %), alcanfor (11- 16 %), carvacrol (2,5 – 14,6 %) y linalol (4 %)" (Dirección General de investigación, 2001, p.13).

Existen varias investigaciones que han comprobado el efecto de los aceites esenciales para disminuir la carga microbiana en los alimentos; por ejemplo: Faleiro *et al*. (2005) realizaron estudios sobre la actividad antibacteriana y antioxidante de aceites esenciales de tomillo y orégano en 41 cepas de *Listeria monocytogenes*, demostraron que la concentración mínima inhibidora de aceite esencial de tomillo y de orégano, oscila entre 50 y 200 ppm. Así mismo, Chuquitarco (2014) señalo que el mejor tratamiento de desinfección para hortalizas con aceite de tomillo es a una concentración de 0,025 % sumergidas durante 7 minutos; Igualmente, Marqués (2015) estudio la actividad antifúngica del aceite esencial de tomillo y lavanda con concentraciones de 200 µg/ml y 300 µg/ml, obteniendo como resultado la inhibición de casi el 100 % del crecimiento miceliar a concentración de 300 µg/ml; por otro lado, Tixilema (2015) evaluó el efecto antimicrobiano de aceite de tomillo (*Tymus vulgaris*) en hortalizas mínimamente procesadas. El mejor tratamiento fue la desinfección de hortalizas con 0,025 % (v/v) de aceite esencial de tomillo por un tiempo de 4 minutos, con un tratamiento térmico de secado a 50 °C durante 15 minutos, dando como resultados la eficiencia germicida que superan el 99,79 % llegando inclusive al 100 % de eficiencia germicida en *Salmonella*, Coliformes totales y *Staphylococcus aureus*.

2.3.5.1.8. Ozono

El ozono es un agente antimicrobiano que no genera subproductos tóxicos pues tiene el poder de descomponerse fácilmente en el aire; se lo puede obtener in situ mediante el empleo de equipos generadores a partir de aire u oxígeno, lo que evita inconvenientes de trasportación y almacenamiento. El empleo de ozono en la industria de alimentos ha incrementado debido a las ventajas que presenta frente a otros desinfectantes como el cloro que genera subproductos de reacción, lo cual implica un riesgo para la salud y el medio ambiente. En este sentido el aumento de la demanda de alimentos frescos, nutritivos y seguros ha logrado que el ozono sea propuesto como una alternativa de desinfección segura, tal es así que la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) aprobó en el 2001 al ozono como sustancia GRAS para el contacto directo con alimentos (Bataller, Santa Cruz y García, 2010).

Según Parzanese (s.f) el mecanismo de acción del ozono se debe a su capacidad para oxidar componentes celulares vitales de los microorganismos, el principal punto de acción es la ruptura de la membrana celular, este proceso se conoce como destrucción de células por lisina y produce la dispersión del material intracelular en el agua y por consiguiente la muerte. Además, una vez que penetró la célula, el ozono daña los constituyentes de los ácidos nucleicos (ARN y ADN), como consecuencia, los microorganismos no son capaces de desarrollar inmunidad al ozono y por lo tanto se produce la muerte celular.

Respecto a las frutas y hortalizas existen datos que el ozono bajo condiciones adecuadas de exposición, durante el lavado y almacenamiento, extiende la vida de estante y preserva las características organolépticas de estos productos (Bataller, Santa Cruz y García, 2010), lo cual se evidencia en los siguientes trabajos:

Contigiani (2019) desarrollo una estrategia de conservación de frutillas empleando ozono en fase acuosa a una concentración de 3,5 ppm durante 5 minutos y almacenadas a 5°C, reporto la reducción en el crecimiento de micoflora nativa y Botrytis cinérea, sin alterar los parámetros de calidad evaluados; por otro lado, Lorente (2006) luego de una amplia revisión sobre el procesamiento de hortalizas mínimamente procesadas concluyo que el uso del ozono en el agua de lavado a concentraciones de 2 mg/L permiten reducciones superiores al 90 % de contaminantes microbiológicos. De igual manera, Foegedin (2002) reporto que luego de aplicar un tratamiento de 1,5 mg/L de ozono durante 3 minutos, poblaciones de esporas de patógenos comunes en

poscosecha (*Penicillium digitatum, Penicillium italicum, Penicillium expansum, Monilinia fructicola, Rhizopus stolonifier, Botrytis cinerea y Geotrichum citri-aurantii*) no sobrevivieron.

2.3.6. Escaldado.

Esta etapa consiste en someter al alimento a elevadas temperaturas (generalmente entre 60 y 100 °C) durante periodos de tiempo que van de 1 a 3 minutos. El escaldado tiene como propósito disminuir la carga microbiana, inactivar enzimas, fijar el color del producto y preparar al alimento para la siguiente etapa de manejo postcosecha (congelación, deshidratación o elaboración de conservas) (Gallardo, 2004). Hay que tomar cuenta que para inactivar enzimas de la superficie del producto se requiere tiempos cortos de escaldado a altas temperaturas, mientras que para inactivas enzimas que se encuentran en el interior del alimento se requiere tratamientos más prolongados a bajas temperaturas (entre 60 y 65°C). Por otro lado, los mohos y levaduras se destruyen con facilidad a temperaturas de 60°C mientras que las bacterias requieren de temperaturas superiores (Flores y Ruíz, 2010).

El escaldado de arvejas se realiza a temperatura de 98°C durante 1 a 3 minutos, el tiempo varía en función del diámetro del grano, cuando mayor sea este mayor será la duración del escaldado (Cenzado, Gómez, Madrid, Madrid y Santiago, 2003).

Según Gallardo (2004) luego de haber sometido el producto a tratamiento térmico (escaldado) es importante enfriar el alimento hasta temperatura ambiente o menor, lo cual se puede llevar a cabo, ya sea sumergiendo el alimento en agua fría (5 - 20ºC) o pulverizándola sobre el producto inmediatamente después del escaldado, esto con el objetivo de evitar la cocción y la recontaminación del alimento con microorganismos, pues la zona térmica comprendida entre 10 y 50ºC es propicia para el crecimiento de los mismos; esta etapa tiene como finalidad conservar la calidad del producto.

2.3.7. Secado.

Con esta operación se pretende remover el agua del lavado y desinfección presente en la superficie de los granos de arveja; se puede realizar al aire libre, con ventiladores o a través del aire comprimido de un secador, el secado evita pudriciones o daño del producto en las etapas posteriores de conservación de la arveja (Municipio de Granada, 2000 y Rojano, 2006).

2.3.8. Envasado.

Esta etapa consiste en colocar el alimento en un envase o recipiente en contacto directo con el mismo. Los materiales utilizados para su efecto pueden ser bolsas, papel, películas, bandejas o films de polietileno, el contenido de cada envase debe ser homogéneo y contener el alimento del mismo origen, variedad y calidad. Los envases deben ser nuevos, limpios y el acondicionamiento debe asegurar una protección eficiente del producto (InfoAgro, s.f y Vázquez, s.f).

Los envases utilizados cumplen algunas funciones, tales como: proteger las características organolépticas y de calidad del producto, evitar la contaminación bacteriana, disminuir la deshidratación por pérdida de humedad y controlar la contaminación por productos que puedan afectar las características organolépticas del alimento (Instituto Ecuatoriano de Normalización-INEN, 2013).

Según el Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (2013) la permeabilidad del envase cumple un papel importante, ya que genera una atmósfera adecuada en el interior del envase para alargar la vida útil de la hortaliza, para esto existe una amplia gama de materiales tales como: polietilenos, polipropilenos, poliestireno, cloruro de vinilo, entre otros; los cuales se utilizan solos o como mezclas de ellos, con la finalidad de satisfacer los requerimientos del producto a envasar.

A continuación, se describe los polímeros más empleados en la elaboración de los envases.

2.3.8.1. Polietileno de baja densidad (LDPE).

El LDPE pertenece a la familia de los polímeros olefínicos y es fabricado a alta temperatura y presión, su estructura es ramificada lo cual hace que su densidad sea menor a la del polietileno de alta densidad; tiene una densidad entre 0,91 a 0,94 g/cm³ (Roca, 2005).

Se caracteriza por su excelente flexibilidad, buena resistencia térmica y química, baja absorción del agua, resistencia a aceites y bajo costo. Es utilizado para la elaboración de envases rígidos, así como de películas plásticas (bolsas de plástico y películas para empaque y embalaje) (Mariano, 2014).

2.3.8.2. Polipropileno (PP)

Es un polímero termoplástico que pertenece al grupo de las poliolefinas, el cual se obtiene de la polimerización del propileno, tiene gran resistencia contra diferentes solventes químicos por lo que es utilizado en la elaboración de empaques para alimentos, equipos de laboratorio, tejidos y componentes automotrices (Joya, 2006).

2.4. Almacenamiento.

Las técnicas de almacenamiento por frío juegan un factor importante en la conservación de la arveja. Las condiciones óptimas en las que debe ingresar el alimento al almacenamiento son: libres de enfermedades, frescos y sin daños (ocasionados tanto por insectos como por manipulación inadecuada) (Cosecha y manejo poscosecha, s.f y Rojano, 2006). Los métodos de almacenamiento por frío son la refrigeración y congelación, las cuales se describen a continuación:

2.4.1. Refrigeración.

Es un método utilizado en la conservación de alimentos para prolongar la vida útil del producto, manteniendo su calidad, frescura que contribuye a la reducción de las perdidas poscosecha. La refrigeración consiste en eliminar el calor del alimento utilizando temperaturas ligeramente inferiores a 0°C, esta reducción de la temperatura inhibe el crecimiento de los microorganismos durante unos días o semanas. Sin embargo, si se somete al producto a temperaturas muy bajas, se puede ocasionar daños en los tejidos que originen marchitamiento, necrosis y cambios de color tanto en la pulpa como en la epidermis de alimento (Cenzado *et al*., 2003).

2.4.2. Congelación

Es un método de conservación por frío, el cual elimina el calor sensible y latente del producto, para así descender su temperatura en rangos que varían entre -15 y -25°C. Las bajas temperaturas permiten inhibir el crecimiento de microorganismos durante semanas e incluso meses, esto se da debido a que el agua se transforma en hielo y por lo tanto disminuye la actividad acuosa (Aw), imposibilitando así el desarrollo y crecimiento de los microorganismos, así como la reducción de las reacciones de degradación del alimento (Michelis, s.f); sin embargo, cuando un alimento alcanza temperaturas por debajo de su punto de congelación sus tejidos se degradan ocasionando así la desintegración y muerte celular debido a que los cristales de hielo rompen las

células de los alimentos. Durante esta etapa se debe evitar las fluctuaciones de temperatura ya que reducen la vida útil del producto (Cenzado *et al*., 2003).

Según Velázquez (2011) los alimentos sólidos tales como carnes, pescados, frutas y hortalizas están constituidos por tejidos vivos con paredes y membranas celulares susceptibles al deterioro ocasionado por la formación de grandes cristales de hielo durante el proceso de congelación lenta, lo cual a su vez produce cambios de textura y valor nutritivo del producto; mientras que durante la congelación rápida se forman cristales de hielo diminutos manteniendo así el valor nutritivo del alimento.

2.4.2.1. Ultracongelación.

También conocida como congelación rápida. Durante esta etapa, el agua presente en el interior de la célula se congela formando pequeños cristales que permiten preservar la estructura celular de los alimentos (Cenzado el al., 2003).

Según Cenzado *et al*. (2003) en esta fase se somete el alimento a una temperatura que van entre -35 y -150ºC durante un corto periodo de tiempo (máximo 120 minutos), lo cual está en función de los sistemas empleados que a continuación se describen:

- Ultracongelación por aplicación de gases criogénicos (el más utilizado es el nitrógeno líquido) a bajas temperaturas, el proceso puede durar de 1 a 15 minutos.
- Ultracongelación con equipos mecánicos tales como compresores frigoríficos y otras máquinas auxiliares, el proceso puede durar de 15 a 120 minutos.

El producto, una vez congelado, debe mantenerse en cámaras frigoríficas a bajas temperaturas, las cuales pueden llegar hasta los -35º C. Teniendo en cuenta que mientras más baja sea la temperatura de almacenamiento más larga será la vida útil del producto congelado (Velázquez, 2011).

Según Velázquez (2011) la congelación rápida de los alimentos presenta ventajas frente a la congelación mecánica, las cuales se mencionan a continuación:

- La ultra congelación crea cristales de hielo pequeños que impiden que la estructura de las células se deforme, evitando la pérdida de textura y deshidratación, preservando así la calidad del alimento.

- Los equipos empleados ocupan menos espacio.
- Disminución en la pérdida de peso del alimento por deshidratación.
- Menor gasto energético.

2.4.3. Líquidos criogénicos.

Son gases que se mantienen en estado líquido a temperaturas muy bajas y son utilizados en la ultracongelación, debido a la capacidad que presenta para disminuir rápidamente la temperatura de alimentos. Entre los principales refrigerantes que se utilizan en la ultracongelación tenemos el nitrógeno líquido y dióxido de carbono, mismos que se describen a continuación (Líquidos criogenicos, 1997).

Estos fluidos no son tóxicos ni transmiten gusto u olor al alimento. El producto final es el alimento ultra congelado de gran calidad, pero también de elevado costo. Los equipos más utilizados en la industria son los túneles criogénicos, que emplean nitrógeno líquido como fluido. Sus ventajas frente a la congelación mecánica son muchas pero el elevado costo del tratamiento hace que no sea una de las técnicas más utilizadas (Velázquez, 2011).

- Dióxido de carbono.

Es un gas que puede congelar al alimento a -78°C, aunque ha tenido gran acogida desde hace algunos años, últimamente se está limitando su uso debido a su toxicidad, lo cual lo hace poco apto para ser aplicado en la ultracongelación de alimentos (Mosquera, 2011).

- Nitrógeno líquido.

Es un gas inerte que puede congelar a un producto a -196ºC, lo que significa una mayor rapidez de congelación ya sea por inmersión o aspersión, es altamente usado en conservación de alimentos debido a que genera excelente calidad en los productos y no produce alteraciones en las propiedades físicas y químicas de los mismos (Mosquera, 2011).

2.5. Vida útil

Acurio (2010) define a la vida útil o vida de estante como el intervalo de tiempo transcurrido desde la fabricación y el momento en que el producto empieza a presentar cambios significativos que puedan generar rechazo del consumidor final, esta puede determinarse en base a criterios de calidad microbiológicos, sensoriales (color, olor, sabor, textura) y físico- químicos.

Valencia, Millán y Jaramillo (2008) consideran necesario estudiar la vida útil de los alimentos para no sobre dimensionar el tiempo que realmente dura el producto.

Los factores que pueden afectar la vida de un producto pueden ser:

a) factores intrínsecos: materia prima (composición, estructura y naturaleza), actividad de agua, pH, acidez, disponibilidad de oxígeno y potencial Redox (Eh).

b) factores extrínsecos: procesamiento, higiene y manipulación, materiales y sistemas de empaque, almacenamiento, distribución y venta.

2.6. Calidad

Según Arthey y Dennis (1992) la calidad de un alimento se refiere a un conjunto de propiedades o características que debe cumplir un producto para ser aceptado por el comprador o consumidor, las cuales son evaluadas en base a una serie de análisis y normas establecidas.

2.7. Análisis de calidad de las hortalizas

La calidad e inocuidad de los alimentos se puede evaluar mediante los siguientes análisis: físico-químicos, biológicos y organolépticos.

2.7.1. Análisis físico-químicos.

Los análisis fisicoquímicos son parte de la evaluación técnica que analiza mediante instrumentos y equipos de laboratorio en donde se determina la calidad nutritiva del alimento. En general, las hortalizas se destacan por un bajo contenido calórico, ricos en carbohidratos, pero son deficientes en lípidos y proteínas. Entre las ventajas de las hortalizas con el resto de alimentos es que aportan varios nutrientes esenciales que necesita el hombre su normal desarrollo, entre los cuales están las vitaminas, sales minerales, compuestos polifenólicos y fibra alimentaria (Vanaclocha, 2014).

Los parámetros utilizados para evaluar la calidad físico-química de los alimentos son: acidez, contenido de sólidos solubles, determinación de materia seca, humedad y cenizas, ácido ascórbico, vitaminas, proteínas, densidad y pH (Control de calidad, 2018).

2.7.1.1. Contenido de humedad

Según Domene y Segura (2014) todos los alimentos contienen agua en mayor o menor cantidad, sin embargo, porcentajes de agua mayores al 8 % son favorables a la proliferación de microorganismos, razón por la cual las frutas y hortalizas son considerados alimentos perecederos pues poseen altos contenidos de agua (entre 60 y 96 %), tal es el caso de las arvejas cuyo contenido de humedad varia en el rango de 70 a 75 % (Cuasapaz, 2015).

El método más utilizado es la determinación de humedad mediante secado en estufa, en el cual se determina la pérdida de peso de la muestra al someterla a calentamiento en estufa en condiciones determinadas de temperatura y tiempo, la humedad se obtiene por diferencia de pesos (Banderas, 2012).

2.7.1.2. Fibra.

Según Guevara (2016) la fibra cruda o bruta pertenece a una fracción orgánica no nitrogenada que aun siendo llevada a hidrólisis ácida y luego básica, esta no se disuelve por estar formada de celulosa y lignocelulosa provenientes de los tejidos vegetales; es por ello que la cantidad de fibra de un alimento se determina sometiendo la muestra a dos hidrólisis una con ácido sulfúrico y otra con hidróxido de sodio, para luego realizar un filtrado al vacío y al residuo se lo incinera, lo cual corresponde a la cantidad de fibra insoluble del alimento.

2.7.1.3. Proteína

Son macromoléculas compuestas por cadenas de aminoácidos, constituye un nutriente muy importante en la dieta. En las proteínas el elemento más importante es el nitrógeno, por lo tanto para su determinación es necesario conocer su porcentaje, el método más utilizado es el Kjeldahl que evalúa la cantidad de nitrógeno total en la muestra, para lo cual se realiza la determinación realizando una digestión con H_2SO_4 para luego añadirle NaOH o KOH y así proceder a recoger el destilado en ácido bórico, después de la destilación se realiza la titulación con ácido sulfúrico y se obtiene el resultado de la cantidad de nitrógeno orgánico e inorgánico que multiplicado por un factor nos proporciona el contenido de proteína (Banderas, 2012 y Guevara, 2016).

2.7.1.4. Cenizas.

Representa el contenido de sales minerales presentes en el alimento, sin especificar la cantidad de los mismos; además, por medio de la determinación de cenizas podemos detectar adulteraciones presentes en los productos ya sea por la adición de harinas, talco, sal, etc. (Guevara, 2016). El método más utilizado para su determinación es la incineración en la mufla a 500-550°C, luego de la incineración completa de los compuestos orgánicos del alimento queda el residuo inorgánico (Márquez, 2014).

2.7.1.5. Carbohidratos.

Son moléculas que se encuentran en una diversidad de alimentos, su función principal es brindar energía al cuerpo de los seres humanos, los carbohidratos pueden ser simples o complejos; los de naturaleza simple corresponde a los azúcares que se encuentra en frutas, vegetales y leche, mientas que, los complejos incluyen los polisacáridos que se encuentran en los cereales, vegetales, legumbres, pan, entre otros. Los carbohidratos que se encuentran en los alimentos pueden ser afectados por microorganismos y transformarse en alcoholes y ácidos (Mollinedo y Benavides, 2014)

2.7.2. Análisis microbiológicos.

Cuando hablamos de calidad de un alimento es fundamental tomar en cuenta el aspecto microbiológico, debido a que influye en la conservación y la vida útil del producto; además, porque los microorganismos pueden ser causantes de enfermedades transmitidas por alimentos (Andino y Castillo, 2010).

Según Villa (2018) todos los alimentos tienen una carga microbiana determinada, sin embargo, debe ser controlada con el fin de no exceder los límites permitidos por la normativa; cuando un alimento supera estos límites, el producto comienza a deteriorarse, lo cual afecta enormemente la calidad y aptitud para el consumo. Por otro lado, existen microorganismos patógenos que producen enfermedades, debido a esto su presencia en alimentos puede ocasionar incluso la muerte.

El análisis microbiológico se aplica para evaluar la cantidad y clase de microorganismos que tiene un alimento en cualquier fase de su cadena de valor; por ejemplo, para evaluar la acción

de un desinfectante se realiza a través de la reducción de la carga microbiana, lo cual puede expresarse en porcentaje, en órdenes o unidades logarítmicas (Garmendia, s.f).

2.7.2.1. Microorganismos indicadores de alteración y de calidad higiénica en alimentos.

Según Astudillo (2014) los microorganismos que ocasionan la alteración y deterioro en alimentos son: bacterias, mohos y levaduras; pues su presencia en altas cantidades limita su tiempo de vida útil. A continuación, se describen los microorganismos patógenos más importantes que pueden estar presentes en las arvejas.

2.7.2.1.1. Coliformes totales.

Son bacilos Gram-negativos no formadores de esporas, muchos son móviles, facultativos anaerobios que cuando son incubados de 35 a 37°C durante 48 horas, fermentan lactosa con producción de gas (Campuzano, Mejía, Madera y Pabón, 2015). Los coliformes totales incluyen los coliformes ambientales y los de origen fecal, es por ello que la presencia de coliformes en los alimentos no significa necesariamente que tuvo una contaminación fecal; sin embargo, la presencia de coliformes en los alimentos es indicativo de malas prácticas de sanitización de superficies inertes e inadecuado proceso de desinfección de frutas, legumbres y verduras (Romero, 2015).

Según el Instituto Nacional de Alimentos y Tecnología Médica (s.f) los géneros *Escherichia, Enterobacter, Citrobacter y Klebsiella* pertenecen a ese grupo. De todos esos géneros, la *E. coli* es la única que tiene al tracto intestinal de hombres y animales de sangre caliente como hábitat primario, las otras bacterias pueden encontrarse tanto en vegetales como en el suelo.

2.7.2.1.2. Escherichia coli.

Es una bacteria Gram negativa, anaerobia facultativa, no esporulada, con forma de bastón que pertenece al grupo de coliformes; se desarrollan a temperaturas que van de 6 a 50°C, sin embargo, su temperatura óptima de crecimiento esta alrededor de los 37ºC. Su presencia en agua o alimentos se debe a que ha existido contaminación con materia fecal puesto que el nicho natural de esta bacteria es el tracto intestinal de los seres humanos, animales de sangre caliente y aves (Cerón, 2014).

Según Romero (2015) los alimentos pueden ser contaminados con esta bacteria de forma directa durante el procesamiento, debido a la falta de higiene del personal que maneja el producto y de forma indirecta a través de agua cloacales o sucias.

2.7.2.1.3. Mohos y levaduras

Son microorganismos que pese a tener características diferentes pertenecen al mismo grupo taxonómico (fungí); su acción en los alimentos es relevante, pues son productores de toxinas (micotoxinas) capaces de descomponer los alimentos y producir toxiinfecciones alimentarias; generalmente su crecimiento se da en medios de pH bajo a temperatura que van de 20 a 30°C, con una temperatura optima de crecimiento de 25°C durante 3 a 5 días (Enríquez, 2010).

Los mohos son hongos multicelulares filamentosos, dotados de un micelio verdadero; su crecimiento se conoce fácilmente por su aspecto aterciopelado o algodonoso, el cual se da en todo tipo de alimentos (cereales y productos derivados, carne, leche, frutas, vegetales, frutos secos, grasas y sus derivados), sin embargo, se encuentran contaminando principalmente productos agrícolas que han sido secados de forma inadecuada y en productos alimenticios que tienen una larga vida de almacenamiento (Enríquez, 2010 y Galán, 2012).

Según Campuzano *et al*. (2015) las levaduras son macroorganismos unicelulares de forma alargada, esférica u ovalada, su tamaño varía entre 2,5 – 10 micrómetros de ancho y 2,5 – 21 micrómetros de largo, pueden presentar diferentes colores (blanco, rosado, beige o rojo). Estos microorganismos se pueden encontrar ampliamente distribuidos en la naturaleza, ya sea formando parte de la flora normal de un alimento o como agente contaminante de estos. Un bajo porcentaje de levaduras (25 %) pueden alterar los alimentos ocasionando su descomposición debido a la utilización de carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas y lípidos, originando un color, olor y sabor desagradable de los productos contaminados, además permiten el crecimiento de bacterias patógenas.

2.7.2.2. Métodos de detección de microorganismos.

Existe métodos rápidos y convencionales para detección de miccroorganismos en alimentos, sin embargo, los métodos rápidos son los más utilizados puesto que se obtienen los resultados de manera sencilla, fiable y en menor tiempo.

2.7.2.2.1. Recuento de microorganismos en placas Petrifilm.

Las placas petrifilm son láminas delgadas que contiene un medio de cultivo y un agente que permite la gelificación en frío, cubierto por una película de polipropileno el cual tiene la función de atrapar el gas producido por algunas bacterias. Además, tienen incorporado indicadores de pH que colorean las colonias para facilitar su identificación, así como una cuadrícula para hacer el recuento de las Unidades Formadores de Colonias - UFC (Loja y Sanmartín, 2014).

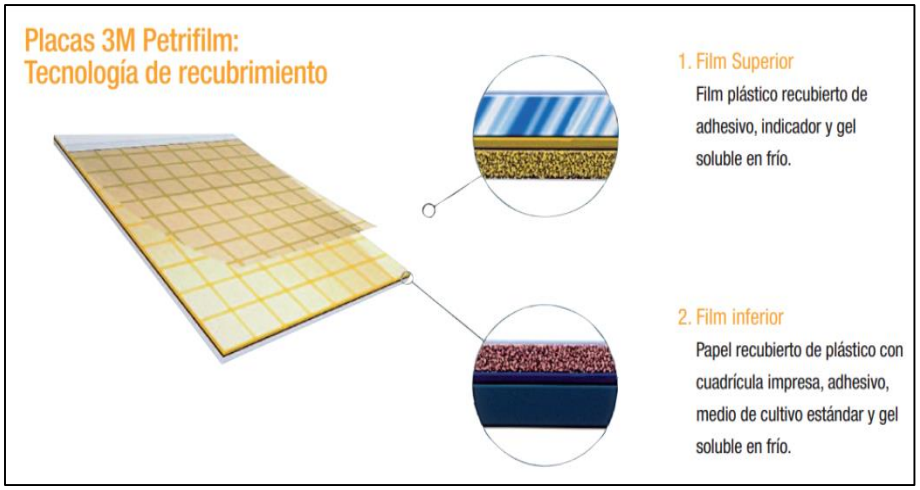


Figura 1. Diseño Placa Petrifilm TM
Fuente: Loja y Sanmartín, 2014

Según Buñay y Peralta (2015) el uso de las placas petrifilm es un método rápido y confiable para análisis microbiológico de agua y alimentos, avalado por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC International) para el recuento de bacterias. Proporcionan resultados en tres pasos: inoculación, incubación y recuento. Las Placas Petrifilm están disponibles para una gran variedad de análisis microbiológicos, dentro de los cuales incluye recuento de bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales, *Escherichia coli, Enterobacterias, Staphylococcus aureus, Listeria*, mohos y levaduras (Mejía, 2018).

2.7.2.3. Recuento de E. coli y coliformes en placas Petrifilm^{TM}.

Para el recuento de *E.coli*/Coliformes se utiliza placas especializadas las cuales contienen nutrientes de Bilis Rojo Violeta (VRB), un compuesto gelificante, un indicador de actividad de la glucuronidasa y un indicador que facilita la enumeración de las colonias. Las colonias de *E. coli* están representadas por colonias entre azules y rojo-azules, mientras que las colonias de coliformes

son de color rojo; el gas atrapado alrededor de las colonias confirma su presencia (Placas Petrifilm^{TM}, s.f).

2.7.2.4. Recuento de mohos y levaduras en placas Petrifilm^{TM}.

Para el recuento de mohos y levaduras se emplea las placas petrifilm, las cuales contienen nutrientes de Saboraud, dos antibióticos, un agente gelificante y un indicador de fosfatos (BCIP) que promueve el contraste y facilita el recuento de microorganismos. Las colonias de levaduras son pequeñas, con bordes definidos, apariencia abultada y color uniforme no difuso; pueden presentar diferentes colores (beige o crema, hasta azul verdoso). Las colonias de mohos son grandes, con bordes difusos alrededor de un centro oscuro, apariencia plana, sin límite definido y de varios colores: café, beige, naranja y azul verdoso (Placas Petrifilm^{TM}, s.f).

2.7.3. Análisis organolépticos.

Es utilizado para evaluar la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor; sin embargo, este análisis no solo es útil para mejorar productos alimenticios ya existentes, sino también se debe tomar en cuenta para la elaboración de nuevos productos de calidad (Hernández, 2005).

Comprende el conjunto de propiedades de un producto que estimulan diversos receptores sensoriales en la persona. Este tipo de análisis es realizado por expertos (catadores) o consumidores que evalúan las características de los alimentos en base a percepciones subjetivas. Sin embargo, en algunos casos se puede utilizar instrumentos para realizar el análisis sensorial. Los parámetros que más utilizan en el análisis sensorial en hortalizas es el sabor, olor, color, consistencia, entre otros (Arthey y Dennis, 1992 y Vanaclocha, 2014).

Según Ibern y Yepes (2009) para la percepción de la calidad de un alimento mediante análisis organoléptico, los seres humanos utilizan los sentidos; el sentido visual permite principalmente identificar el color, sin embargo, aporta muchos más atributos (tamaño, forma, brillo superficial, entre otros) que pueden influir en la elección del alimento. El gusto se define como la respuesta de la lengua a los alimentos y permite identificar el sabor de los mismos. La percepción del olor es más compleja, para ello se detectan los compuestos volátiles de los alimentos por el conducto nasal, ya sea directamente por la nariz o indirectamente (retronasal) por

la boca. A través del sentido del tacto se percibe la textura, no obstante, muchas veces también puede ser identificada por el oído.

La elección de una hortaliza por parte del consumidor dependerá con mayor probabilidad de su textura, sabor y color, que del conocimiento de sus cualidades nutritivas, siendo estas las propiedades sensoriales más importante tanto hortalizas como en el resto de alimentos (Ibern y Yepes, 2009).

En el caso de las arvejas tiernas las características organolépticas deberán ser de color verde uniforme, entero, limpio, exento de cualquier sabor u olor extraño; el producto tendrá un sabor normal (INEN, 2013).

Para determinar la calidad organoléptica de los alimentos se emplea instrumentos de medición o mediante evaluación sensorial aplicando escalas hedónicas.

Según González, Rodeiro, Sanmartín y Vila (2014) una escala hedónica es una lista de posibles respuestas (pueden ser números, etiquetas verbales o figuras) alrededor de un punto neutro, destinadas a evaluar la calidad de un producto en base a la opinión de los consumidores. Existen una variedad de escalas; sin embargo, las más empleadas son las escalas de cinco puntos (ver tabla 3), aunque se puede utilizar escalas de otras dimensiones (9, 7 o 3 puntos) (Fernández, S., García, I., y López, s.f)

Tabla 2.
Escala hedónica de cinco puntos

Descripción	Valor
Me gusta mucho	5
Me gusta moderadamente	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

Fuente: Fernández *et al*, s.f

2.7.3.1. Textura.

Según Bastidas (2015) la textura es una cualidad sensorial importante en la decisión de la compra de hortalizas por parte del consumidor, la cual incluye las propiedades mecánicas y estructurales de los alimentos como firmeza, frescura, jugosidad, harinosidad y dureza.

Los cambios de textura guardan relación con procesos enzimáticos y no enzimáticos, la evaluación de esta propiedad usualmente se realiza con un texturómetro; sin embargo, este tipo de ensayos no permite tener un conocimiento de la microestructura de los alimentos a nivel celular, es por ello que las pruebas a panelistas muchas veces son más susceptibles a diferencias en textura que las pruebas realizadas mediante instrumentos; el índice de frescura de las arvejas es una textura lisa y firme (Bastidas, 2015).

2.7.3.2. Color.

El color constituye una característica importante, ya que este junto a la textura definen el grado de frescura del alimento, la clorofila es la responsable del color verde característico de las arvejas y otras hortalizas, este pigmento es sensible a la luz, temperatura y presencia de ácidos (Ibern y Yepes, 2009 y Bastidas, 2015).

2.7.3.3. Sabor.

El sabor incluye características como dulzor, acidez, astringencia, amargo y sabores desagradables, su determinación debe realizarse con evaluaciones subjetivas de panelistas (Bastidas, 2015). Las hortalizas, en general, no tienen sabores tan agradables y marcados como las frutas; el sabor de las arvejas frescas es ligeramente dulce (Ibern y Yepes, 2009).

2.8. Costos de producción

Son costos que se generan en cualquier proceso productivo en donde se hacen transformaciones de materia prima para finalmente conseguir un producto terminado elaborado. Entre los costos de producción tenemos costos fijos y variables (Salinas, 2012).

2.8.1. Costos fijos.

Son costos inevitables. Es decir, cualquiera sea el volumen de producción que se pretenda lograr no es posible evadir; por lo tanto, son independientes del nivel de producción. Algunos

ejemplos de costos fijos son: arriendos, servicios básicos, impuestos, depreciaciones y amortización (Duque, 2017).

2.8.2. Costos variables.

Son aquellos costos que están directamente involucrados con los niveles de producción y venta de los productos. Algunos ejemplos de costos variables son: materia prima, costos de fabricación, mano de obra directa (Duque, 2017).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación.

La presente investigación se realizó en dos escenarios diferentes:

La definición de la variedad de arveja y adquisición de la materia prima utilizada en la investigación se efectuó en la parroquia Chuquiribamaba que está ubicada al noroeste de la ciudad de Loja-Ecuador, situada aproximadamente a 46 Km, en las siguientes coordenadas planas UTM. Zona geográfica: 17 con Latitud: 9630181 N y Longitud: 680455 E y de acuerdo a la división política limita al norte con las parroquias de Gualel 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 (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Chuquiribamba, 2014).

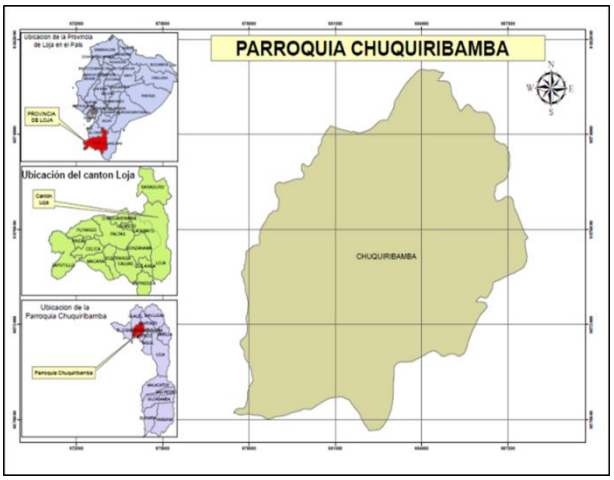


Figura 2. Mapa de ubicación de la parroquia Chuquiribamba.

La parte experimental tuvo lugar en los laboratorios de la Universidad Nacional de Loja; el manejo poscosecha y el análisis sensorial del producto se realizó en el laboratorio de Poscosecha de frutas y hortalizas, el análisis físico-químico se efectuó en el laboratorio de Bromatología, mientras que el análisis microbiológico se llevó a cabo en el laboratorio de Micología de la Universidad Nacional de Loja.

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales y equipos de laboratorio.

Para llevar a cabo los ensayos de laboratorio se utilizaron los siguientes materiales y equipos: refrigeradora marca Samsung de 452 litros de capacidad, estufa marca memmert,

incubadora de laboratorio, mufla marca Furnace modelo 1300, equipo extractor de fibra marca Velp Scientifica modelo 6, equipo Kjeldahl marca VELP Scientifica, ozonificador marca AC110V 500MG/HO_3, autoclave marca Tuttbauer, desecador, licuadora marca Oster, cocina industrial de un quemador, balanza de precisión Ohaus Scout 400g, agitador magnético, plancha de calentamiento, peachímetro, balón aforado de 100, 200 y 500 ml, vasos de precipitación de 100, 500 y 1000 ml, matraz Erlenmeyer de 500 ml, centriescurridor Pro tupperware de 25 cm de diámetro y 18 cm de altura, cajas Petri de vidrio de 8 cm de diámetro, crisoles de porcelana para determinar humedad, pinza para crisoles, espátula, crisoles de vidrio para determinación de fibra, bureta de 50 ml, soporte universal, pinza mariposa; pipetas volumétrica de 1 ml, pera de goma, agitador de vidrio, tubos de ensayo de 10 ml, gradilla, micropipeta, puntas para micropipeta, mechero bunsen, probeta graduada de 10 y 100 ml, piseta, bisturí, placas petrifilm^{TM} para determinar coliformes/*E. coli* y mohos y levaduras, dispersor, guantes de latex, mascarilla médica.

3.2.2. Reactivos.

Para realizar los análisis de laboratorio se utilizaron los siguientes reactivos: hidróxido de sodio a 0,313 Normal, ácido sulfúrico a 0,255 y 0,1 Normal, N-octanol marca BDH Reagents y Chemicals, acetona anhidra marca Fisher Scientific, ácido bórico al 4 %, hidróxido de sodio al 40 %, indicador Mortimer: 0,016 % rojo de metilo, 0,083 % verde de bromocresol en etanol, pastillas catalizadoras, agua peptonada al 0,1 %, cloruro de sodio, agua destilada, surfactante tween 20 (polisorbato).

3.2.3. Insumos.

Durante el proceso poscosecha de la arveja ultracongeladas se utilizaron los siguientes insumos: 12 libras de arveja, fuentes plásticas de 2 litros para la desinfección, papel secante, cloro marca clorox con concentración de 5,5 %, aceite esencial de tomillo y orégano, olla, colador, nitrógeno líquido, fundas de polietileno, caja isotérmica para transportar la muestra y hielo seco.

3.2.4. Materiales de oficina.

Los materiales utilizados en la investigación fueron: computadora portátil, libreta de campo, esferográfico, marcadores, cinta masking, cámara, calculadora e impresora.

3.3. Diseño estadístico

Se realizó mediante la utilización de la herramienta del análisis de varianza (ANOVA) y la utilización del software Statgraphics Plus para Windows 5.1 (Manugistics Corp.,Rockville, MD), se seleccionó la opción de prueba de múltiples rangos para diferenciar los tratamientos mediante grupos homogéneos, además se utilizó la prueba de LSD (Fisher) con un nivel de significancia del 95 %.

Hay que tener en cuenta que para el análisis estadístico de los criterios organolépticos se consideró siete repeticiones, mientras que el análisis microbiológico por duplicado y el físico químico por triplicado.

3.4. Metodología por objetivos

3.4.1. Metodología para el primer objetivo.

Establecer los parámetros óptimos de desinfección considerando las características físicas químicas, microbiológicas y organolépticas.

3.4.1.1. Selección de la variedad de arveja.

La selección de la variedad de arveja a utilizar en la presente investigación es la primera actividad que se llevó a cabo para cumplir con el presente objetivo, para lo cual se realizó una salida de campo a la ciudad de Chuquiribamba en donde se visitó a varios productores de arveja con la finalidad de definir la variedad de arveja que más se produce.

3.4.1.2. Pruebas preliminares de diferentes desinfectantes y concentraciones.

Para llevar a cabo las pruebas preliminares primero se seleccionó los desinfectantes y concentraciones a evaluar, los cuales fueron elegidos en base a la investigación literaria realizada previamente, la misma que indica que los desinfectantes para alimentos más utilizados son: hipoclorito de sodio, ozono, aceite esencial de tomillo y orégano, debido a que permiten mantener mayor tiempo la calidad e inocuidad de los alimentos.

Luego se realizó la desinfección de las arvejas en la cual se probó hipoclorito de sodio a concentración de 50, 100 y 150 ppm, en el caso del ozono se ensayó 20 y 40 ppm, y finalmente se probó aceite de tomillo y orégano a concentraciones de 30, 50 y 70 ppm como se observa en la

tabla 3; A continuación, se realizó el escalado a 80°C. Es necesario explicar que al tratamiento testigo se aplicó las mismas etapas de poscosecha a excepción de la desinfección.

Tabla 3.
Tratamientos de desinfección aplicados en las pruebas preliminares

Tratamiento	Concentración (ppm)
Testigo	-------
Hipoclorito de sodio	50 100 150
Ozono	20 40
Aceite esencial de tomillo	30 50 70
Aceite esencial de orégano	30 50 70

Fuente: El autor

Para ensayar los tratamientos detallados en la tabla 4, el producto fue sometido a las siguientes etapas de manejo poscosecha.

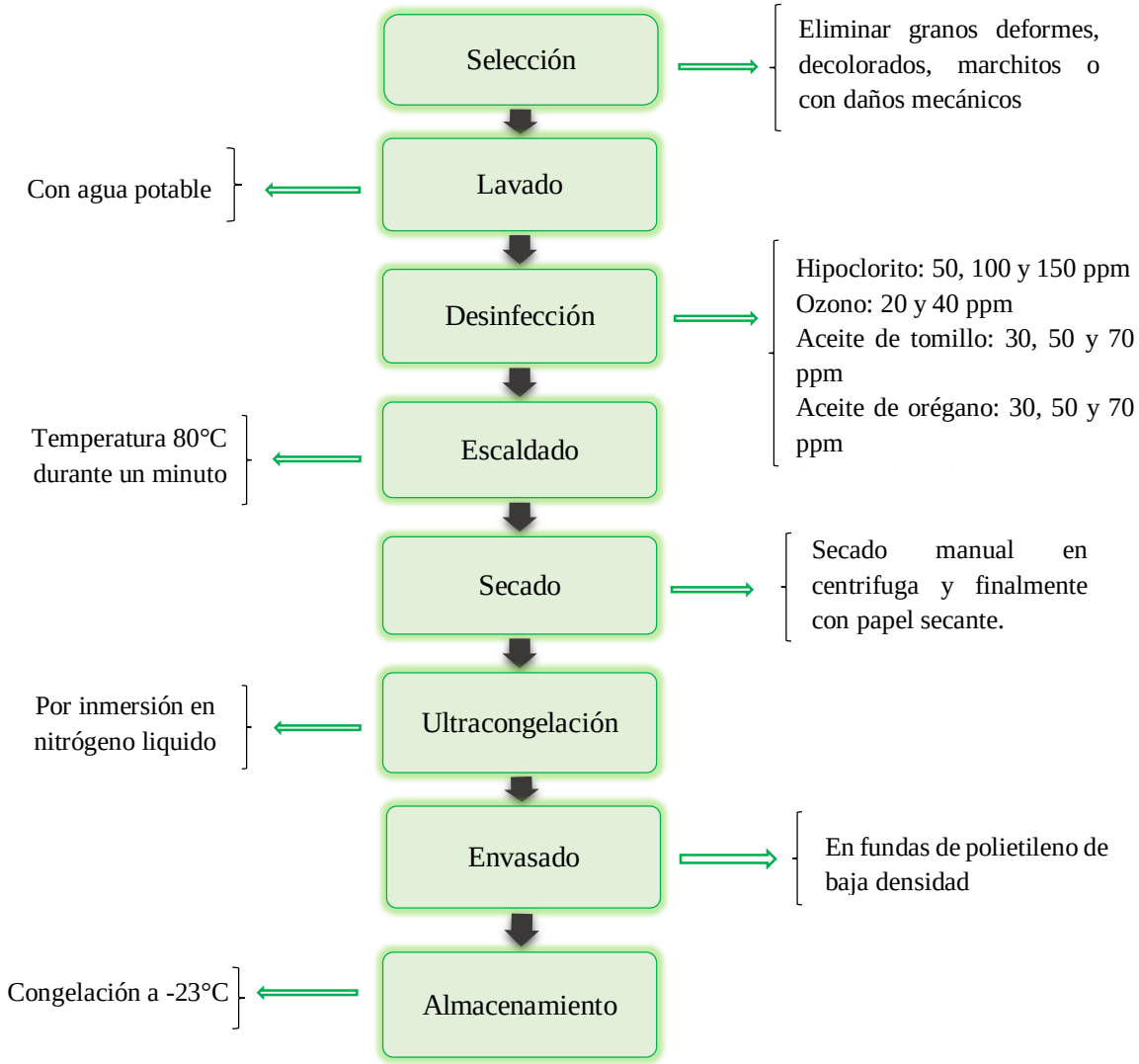


Figura 3. Flujograma del manejo poscosecha para la conservación de la calidad de las arvejas.

3.4.1.2.1. Selección

Se realizó de forma manual, descartando materiales extraños, granos de arveja con defectos, roturas o algún indicio de enfermedad u hongo; además, los granos de diámetros diferentes y color que no corresponda al verde característico de la arveja (ver anexo 1).

3.4.1.2.2. Lavado.

Se realizó el lavado de las arvejas, con el objetivo de eliminar impurezas, polvo o tierra que pueda contener el producto, para lo cual se utilizó agua potable.

3.4.1.2.3. Desinfección.

Una vez lavado el producto se realizó la desinfección, para lo cual se utilizó los tipos y concentraciones de desinfectantes que se muestran en la tabla 4, los mismos que fueron preparados de la siguiente manera:

- **Hipoclorito de sodio**

Para preparar la solución desinfectante de hipoclorito de sodio a concentraciones de 50, 100 y 150 ppm, se aplicó la siguiente fórmula:

$$V_1 = \frac{C_1 \times V_2}{C_2 \times 10000}$$

V_1 = Volumen de hipoclorito de sodio (ml)

C_1 = Concentración de hipoclorito de sodio a utilizar (ppm)

V_2 = Volumen de solución requerido (ml)

C_2 = Concentración del cloro comercial (%)

10000 = Factor de dilución (número de veces que debe diluirse el desinfectante)

Para aplicar la fórmula antes descrita se toma en cuenta la concentración del cloro comercial, la cual es de 5,5 % y el volumen de solución a preparar que para este caso fue de 2000 ml (2 litros).

Tabla 4.
Volúmenes de hipoclorito a utilizar para preparar las soluciones desinfectantes

Concentraciones (ppm)	Concentración del cloro comercial (%)	Volumen requerido (ml)	Volumen de cloro (ml)
50	5,5	2000	1,82
100	5,5	2000	3,64
150	5,5	2000	5,45

Fuente: El autor

Una vez aplicada la fórmula se obtuvo los valores expresados en la tabla 4, con estos se preparó las soluciones desinfectantes, para lo cual, en una bandeja se colocó dos litros de agua

potable, y se añadió el volumen calculado de cloro comercial; finalmente las arvejas fueron sumergidas en la mezcla de la solución desinfectante durante 3 minutos.

- **Ozono**

Para la preparación de la solución desinfectante con ozono se tomó en cuenta las recomendaciones del fabricante del ozonificador, las cuales sugieren 5 minutos de desinfección con ozono para conservar alimentos frescos, mientras que para eliminar bacterias se debe aplicar 10 minutos; por otro lado para efecto de comparación de los resultados obtenidos en otras investigaciones fue necesario calcular las concentraciones de ozono para los tiempos de 5 y 10 minutos de desinfección, para lo cual se aplicó la siguiente formula.

$$C_1 = \frac{t \times C_2}{V}$$

Donde:

C_1 = Concentración necesaria (ppm)

t = Tiempo de desinfección del agua (h)

C_2 = Concentración del ozonificador (mg/h)

V = Volumen requerido (L)

Tabla 5.
Concentraciones de ozono a utilizar para preparar las soluciones desinfectantes

Tiempo (h)	Concentración del ozonificador (mg/h)	Volumen requerido (L)	Concentración necesaria (ppm)
0,0833	500	2 L	20
0,1666	500	2 L	40

Fuente: El autor

Una vez aplicada la fórmula, se procedió a realizar la desinfección, para lo cual en un recipiente se coloca 2 litros de agua, se agregan las arvejas a desinfectar y se introduce el difusor cerámico durante los tiempos establecidos en la tabla 5.

- **Aceite esencial de tomillo y orégano**

El volumen de aceite de tomillo requerido para preparar la solución desinfectante con aceite de tomillo a concentraciones de 30, 50 y 70 ppm se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$V_1 = \frac{C \times V_2}{\delta \times 1000}$$

Donde:

V_1 = Volumen de desinfectante (ml)

C_1 = concentración del aceite esencial a utilizar (ppm)

V_2 = Volumen de solución requerida (L)

δ = densidad del aceite esencial (g/ml)

En la formula antes mencionada se utilizó datos como la densidad del aceite de tomillo y orégano (0,91 g/ml) y el volumen de solución que se requiere para la desinfección que en este caso es de 2 litros.

Tabla 6.
Volúmenes de aceite esencial de tomillo y orégano para preparar las soluciones desinfectantes

Concentraciones (ppm)	Densidad del aceite esencial (g/ml)	Volumen requerido (L)	Volumen de aceite esencial (ml)
30	0,910	2	0,066
50	0,910	2	0.109
70	0,910	2	0,154

Fuente: El autor

Las soluciones desinfectantes con aceite esencial de tomillo y de orégano se preparon en dos litros de agua, en los que se colocó las cantidades de aceite expresadas en la tabla 6, de acuerdo a la concentración que deseamos obtener; cabe recalcar que se debe agregar de 2 a 4 gotas de

surfactante tween 20 y luego mezclar con un agitador para lograr la unión del agua con el aceite, una vez preparada la solución se sumergió las arvejas durante 5 minutos.

3.4.1.2.4. Escaldado.

Una vez desinfectadas las arvejas fueron sometidas al proceso térmico de escaldado con el propósito de fijar el color verde de la arveja y prepararla para la etapa de ultracongelación, para esto se sumergió los granos de arveja en agua a 80°C durante 1 minuto, y luego se colocó en un recipiente con agua fría (5°C) para provocar un choque térmico y evitar la cocción.

3.4.1.2.5. Secado.

Se realizó mediante el empleo de una centrifuga la cual permitió eliminar el agua de la superficie de los granos de arveja; sin embargo, para eliminar el agua residual se utilizó papel secante.

3.4.1.2.6. Ultracongelación.

Se congelo las arvejas de forma rápida mediante inmersión en nitrógeno líquido, durante 3 minutos.

3.4.1.2.7. Envasado.

Luego de la ultracongelación, se realizó el envasado en fundas de polietileno de baja densidad, en las cuales se colocó 90 g de arveja.

3.4.1.2.8. Almacenamiento.

Una vez envasado las arvejas se procedió a colocarlas en la refrigeradora para ser analizados durante varios meses, las muestras se almacenaron en congelación a temperatura de -23°C.

3.4.1.3. Análisis organoléptico de las pruebas preliminares.

Luego de haber llevado a cabo todo el proceso de manejo poscosecha de las arvejas, con los desinfectante y concentraciones que se indican en la tabla 4, se procedió a realizar el análisis organoléptico, el cual se cumplió con la utilización de la escala hedónica de 5 puntos establecida en la tabla 2; las muestras fueron analizadas por 7 consumidores, a los cuales se les proporcionó 10 gramos de producto, esto para cada uno de los tratamientos, las características evaluadas fueron:

color, sabor y textura. Cabe recalcar que para evaluar los parámetros sabor y textura, las muestras se cocinaron.

3.4.1.4. Elección de los desinfectantes definitivos.

Para seleccionar los tratamientos definitivos se tomó en cuenta los resultados obtenidos en el análisis organoléptico de las pruebas preliminares durante los tres primeros meses de almacenamiento en congelación.

3.4.1.5. Análisis, organoléptico, físico-químico y microbiológico de los tratamientos definitivos.

Una vez realizado el manejo poscosecha de los tratamientos definitivos, se procedió a llevar acabo los análisis de calidad que a continuación se presenta:

3.4.1.5.1. Análisis organoléptico.

Se realizó tal como se explica en el análisis organoléptico de las pruebas preliminares.

3.4.1.5.2. Análisis físico-químico

Humedad

Se realizo por el método de desecación en estufa de aire caliente para lo cual se anotó el peso inicial y final de las arvejas, y por diferencias de pesos obtenemos el resultado, es procedimiento detallado se presenta en el anexo 2.

Fibra cruda

Se llevó a cabo mediante el método propuesto por Weende (ver anexo 3), el cual determina que se debe realizar una hidrólisis ácida con un 1,25 % de H_2SO_4 para la extracción de azúcares y almidón, seguida de la hidrólisis alcalina con un 1,25 % de NaOH, que elimina las proteínas, parte de la hemicelulosa y de la lignina.

Proteína

Se determinó mediante el método de Kjeldahl (ver anexo 4), el cual evalúa la cantidad de nitrógeno total en la muestra, consiste en un proceso de tres pasos: digestión, destilación y titulación.

Cenizas

Para la determinación de cenizas la muestra se incineró a 600 °C por 3 horas en la mufla esto con el objetivo de quemar todo el material orgánico; así mismo, el procedimiento detallado se presenta en el anexo 5.

Carbohidratos

Para determinar el porcentaje de carbohidratos se utilizó la siguiente formula:

% C= 100 – % H – % P – % C– % F

Dónde:

% C= Porcentaje de carbohidratos

H = Porcentaje de humedad

P = Porcentaje de proteína

C = Porcentaje de cenizas.

F= Porcentaje de fibra

3.4.1.5.3. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se lo realizo en el laboratorio de Micología de la Universidad Nacional de Loja.

Esterilización de materiales.

Se lavaron con agua destilada todos los materiales a utilizar, se los envolvió en papel aluminio y se los puso en la autoclave por un tiempo de 30 minutos a temperatura de 121 ºC.

Recolección y trasporte de la muestra.

Se recolectaron 3 porciones de cada uno de los tratamientos y repeticiones de diferentes sectores del envase que contenía las arvejas, las porciones se tomaron de la siguiente manera: una porción del fondo, una del medio y otra de la superficie a fin de analizar tres partes distintas; las tres porciones constituyeron una muestra, la muestra pesó 10 gramos. Se colocó cada muestra en

una bolsa estéril (bolsas ziploc), luego se rotuló e identificó con número y tipo de tratamiento de desinfección al cual fue sometido.

Las muestras fueron transportadas en una caja isotérmica preenfriada con hielo seco, en un tiempo no mayor de 1 hora, para realizar el análisis microbiológico por el método de Placas Petrifilm, tal como lo establece la Norma INEN 1529-2:2013.

Preparación, inoculación, incubación e interpretación.

Para la preparación de la muestra primero se pesó 10 gramos de arvejas en una caja petri previamente esterilizada, se le agrego 90 ml de agua peptonada 0,1 % (primera dilución 10^{-1}), se trituro y homogenizo en una licuadora de 2 a 3 minutos a velocidad moderada (se esterilizo previamente el vaso pequeño de la licuadora y la cuchilla), de la dilución obtenida tomamos 1 ml con una micropipeta, se colocó en un tubo de ensayo y se agregó 9 ml de agua peptonada 0,1 %, a continuación se realizó el cierre del tubo y se agito mediante movimientos circulares para homogenizar la muestra (segunda dilución 10^{-2}).

La inoculación, incubación e interpretación de la Placas Petrifilm se realizó como lo indica la guía de interpretación de las placas Petrifilm 3M™ (ver anexo 6).

3.4.2. Metodología para el segundo objetivo.

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

Para cumplir con este objetivo se evaluó la calidad de los tratamientos definitivos en función a los análisis de calidad físico-químico, microbiológico y organoléptico; a partir de estos resultados se definió la vida útil de cada tratamiento y se estableció los parámetros óptimos de desinfección.

3.4.3. Metodología para el tercer objetivo.

Determinar los costos variables de producción del mejor tratamiento.

Para cumplir con este objetivo se tomó en cuenta los materiales e insumos directos necesarios para la producción del producto, mismos que conforman los costos variables; sin embargo, para comparar con las arvejas que se comercializan en los supermercados se calculó el precio de venta al público, para lo cual se tomó en cuenta los materiales e insumos indirectos que

representan los costos fijos; y, mediante la suma entre estos y los costos variables se determinó los costos de producción, que sumando un 20% de margen de ganancia se obtiene el precio de venta al público. Es importante destacar que se consideró 500 gramos como base para efectos de cálculos de costos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación se detallan a continuación:

4.1. Establecimiento de los parámetros óptimos de desinfección de la arveja.

4.1.1. Definición de la variedad de arveja a utilizar.

Luego de realizar la visita a diferentes productores de arveja se pudo identificar que las variedades de arveja producidas son la rondo y alderman; sin embargo, la rondo es la que más se produce y comercializa.

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

En las pruebas preliminares se realizó el manejo poscosecha de la arveja, tal como se indica en la metodología, este proceso incluye la desinfección de la materia prima, la misma que se llevó a cabo mediante la utilización de cuatro desinfectantes diferentes, tales como: hipoclorito de sodio, ozono, aceites esenciales de tomillo y orégano; estos fueron aplicados a diferentes concentraciones tal como se describe en la tabla 3.

Una vez aplicados los tratamientos de desinfección, las muestras fueron evaluadas mediante los siguientes parámetros organolépticos: color, sabor y textura; tomando en cuenta la escala hedónica de cinco puntos detallada en la tabla 2. La evaluación organoléptica se realizó en tiempo cero, esto quiere decir inmediatamente culminado el manejo poscosecha y mensualmente durante los 3 primeros meses de almacenamiento. Los resultados del análisis organoléptico de las pruebas preliminares se describen en la tabla 7.

Tabla 7.
Resultados de la evaluación organoléptica de los tratamientos preliminares de arveja durante los 3 meses de almacenamiento

Tratamiento	Concentración (ppm)	Atributos					
		Color		Sabor		Textura	
		T_O	T_f	T_O	T_f	T_O	T_f
Testigo	-	$4,7(0,4)^{aw}$	$3,7(0,2)^{ax}$	$4,7(0,1)^{aw}$	$3,5(0,1)^{ax}$	$4,9(0,3)^{aw}$	$4,0(0,3)^{ax}$
Hipoclorito de sodio	50	$4,8(0,3)^{aw}$	$4,0(0,3)^{bx}$	$4,8(0,2)^{aw}$	$3,9(0,2)^{bx}$	$4,7(0,2)^{aw}$	$4,1(0,2)^{ax}$
	100	$4,9(0,3)^{aw}$	$4,4(0,3)^{bw}$	$4,8(0,3)^{aw}$	$4,5(0,2)^{cw}$	$4,9(0,3)^{aw}$	$4,6(0,2)^{bw}$
	150	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,1(0,3)^{bx}$	$4,7(0,2)^{aw}$	$3,9(0,2)^{bx}$	$4,7(0,3)^{aw}$	$4,2(0,2)^{ax}$
Aceite esencial de orégano	30	$4,8(0,4)^{aw}$	$4,1(0,1)^{bx}$	$4,8(0,2)^{aw}$	$4,1(0,3)^{bx}$	$4,7(0,2)^{aw}$	$4,1(0,2)^{ax}$
	50	$4,9(0,2)^{aw}$	$4,3(0,2)^{bx}$	$4,8(0,2)^{aw}$	$4,1(0,1)^{bx}$	$4,8(0,4)^{aw}$	$4,2(0,1)^{ax}$
	70	$4,8(0,3)^{aw}$	$4,2(0,2)^{bx}$	$4,6(0,3)^{aw}$	$3,9(0,3)^{bx}$	$4,7(0,3)^{aw}$	$4,2(0,2)^{ax}$
Aceite esencial de tomillo	30	$4,7(0,2)^{aw}$	$4,3(0,2)^{bx}$	$4,8(0,3)^{aw}$	$4,1(0,2)^{bx}$	$4,8(0,3)^{aw}$	$4,2(0,2)^{ax}$
	50	$4,9(0,3)^{aw}$	$4,7(0,1)^{cw}$	$4,9(0,2)^{aw}$	$4,7(0,2)^{cw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,7(0,2)^{bw}$
	70	$4,8(0,2)^{aw}$	$4,3(0,1)^{bx}$	$4,7(0,2)^{aw}$	$4,0(0,3)^{bx}$	$4,8(0,2)^{aw}$	$4,2(0,2)^{ax}$
Ozono	20	$4,9(0,2)^{aw}$	$4,0(0,2)^{bx}$	$4,8(0,3)^{aw}$	$3,9(0,2)^{bx}$	$4,9(0,3)^{aw}$	$4,2(0,2)^{ax}$
	40	$4,8(0,3)^{aw}$	$4,4(0,2)^{bw}$	$4,9(0,3)^{aw}$	$4,5(0,2)^{cx}$	$4,9(0,3)^{aw}$	$4,6(0,2)^{bw}$

a-c: 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

En la tabla 7 se muestra los resultados de la evaluación organoléptica de las pruebas preliminares de la arveja, misma que evidencia que existen diferencias estadísticamente significativa entre los tratamientos almacenados a tiempo inicial (To) y tiempo final (Tf) a excepción del hipoclorito de sodio a 100 ppm, aceite esencial de tomillo a 50 ppm y ozono a 40 ppm, donde no se observaron cambios importantes en las características de color, sabor y textura; con lo cual se puede establecer que para cada uno de estos desinfectante existe una concentración óptima para conservar las características de calidad organoléptica de la arveja; por ejemplo en el caso del hipoclorito de sodio se realizaron pruebas de 50, 100 y 150 ppm, tal como se observa en el tabla 7, la arveja desinfectada con 100 ppm y almacenadas a -23ºC presenta la mejor calificación, esto es de 4,6 a 4,4 en la escala hedónica de 5 puntos en comparación con las concentraciones de 50 y 150 ppm que presentan calificaciones alrededor de 4.

Este comportamiento se debe a que los desinfectantes tienen una concentración óptima para llevar a cabo la capacidad inhibitoria contra los procesos de deterioro de la arveja, como son las actividades microbianas y enzimáticas (Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, 2013). En literatura existen algunos trabajos que muestran actuaciones similares, tal es así que, Bastidas (2015) realizó estudios utilizando zanahoria de IV gama y clorito de sodio acidificado a tres concentraciones diferentes (100, 250 y 500 ppm) y determinó que a concentración de 500 pm se mantuvo la apariencia y sabor del producto almacenado durante 12 días a 5ºC; así mismo, Saavedra, Vásquez y Villacorta (2016) evaluaron el efecto del ozono sobre la apariencia general en uva (*Vitis vinífera L.)* almacenados en refrigeración a 2 ± 1ºC durante 28 días, las concentraciones ensayadas fueron a 3 y 25 ppm. Los resultados determinaron que el tratamiento que permitió obtener mejores valores de color, firmeza y aceptabilidad general fue la aplicación de ozono a 3 ppm. Por otro lado, Urbano (2018) realizó el análisis sensorial de moras de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) almacenadas a una temperatura de 6 ± 1ºC por 10 días, sanitizadas con ozono a cuatro concentraciones diferentes (0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm) durante tres minutos; de acuerdo a los resultados obtenidos concluyo que la concentración de 0,7 ppm de ozono fue la que mejor comportamiento tuvo en cuanto a los parámetros sensoriales evaluados.

Además, se evidencia que en el tiempo final de almacenamiento el tratamiento testigo presenta valores menores en la calidad organoléptica de la arveja respecto a los tratamientos que recibieron desinfección debido a que los desinfectantes presentan una capacidad inhibitoria contra microorganismos y enzimas, lo cual disminuye los efectos negativos de estos, afectando

en menor proporción la calidad organoléptica del producto. Otros trabajos encontraron comportamientos similares, por ejemplo; en investigación realizada por Saavedra, Vásquez y Villacorta (2016) llevaron a cabo el análisis del color, firmeza y aceptabilidad de uvas desinfectadas con 3 y 25 ppm de ozono; además, consideraron un testigo; los resultados obtenidos determinaron que en el tiempo final de almacenamiento (28 días) los valores de los parámetros evaluados fueron superiores en las muestras que recibieron desinfección frente al testigo.

4.1.3. Definición de los tratamientos definitivos de desinfección.

Los tratamientos definitivos se seleccionaron tomando en consideración los resultados del análisis organoléptico de las pruebas preliminares, los cuales se presentan en la tabla 8; es importante destacar que se eligió estas concentraciones debido a que no presentan diferencias significativas en los atributos organolépticos entre la etapa inicial y final de almacenamiento; por otro lado, para los tratamientos definitivos se descartó el aceite esencial de orégano, ya que presenta los mismos componentes químicos antimicrobianos (timol y carvacrol) que el aceite de tomillo, así como también el mismo mecanismo de acción frente a microorganismos; además, los valores de los atributos evaluados fueron ligeramente superiores en el caso de las pruebas con aceite de tomillo en comparación con el aceite de orégano.

Tabla 8.
Tratamientos definitivos para la desinfección de arvejas

Tratamiento	Concentración (ppm)
(T1) Testigo	----
(T2) Hipoclorito de sodio	100
(T3) Ozono	40
(T4) Aceite esencial de tomillo	50

Fuente: El autor

4.1.4. Resultados del análisis organoléptico, físico-químico y microbiológico de los tratamientos definitivas.

Al igual que en las pruebas preliminares, se realizó el manejo poscosecha de los tratamientos de las pruebas definitivas, para luego someter las muestras a los análisis de calidad como son: organoléptico, físico – químico y microbiológico, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

4.1.4.1. Resultados del análisis organoléptico.

Los resultados de los análisis organolépticos de los tratamientos de las pruebas definitivas son los siguientes:

Tabla 9.
Resultados del análisis organoléptico versus el tiempo de almacenamiento de los tratamientos definitivos

Tiempo de Almacenamiento (meses)	Atributos											
	Color				Sabor				Textura			
	T_1	**T_2**	**T_3**	**T_4**	**T_1**	**T_2**	**T_3**	**T_4**	**T_1**	**T_2**	**T_3**	**T_4**
0	$4,7(0,5)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,7(0,5)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$
1	$4,6(0,5)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,7(0,5)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,7(0,5)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$
2	$4,4(0,5)^{aw}$	$4,7(0,5)^{aw}$	$4,6(0,5)^{abw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,6(0,5)^{aw}$	$4,7(0,5)^{aw}$	$4,6(0,5)^{abw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,7(0,5)^{aw}$	$4,9(0,4)^{aw}$	$4,7(0,5)^{abw}$	$4,9(0,4)^{aw}$
3	$3,9(0,4)^{bw}$	$4,6(0,5)^{ax}$	$4,3(0,5)^{bx}$	$4,7(0,5)^{abx}$	$4,0(0,6)^{bw}$	$4,6(0,5)^{abwx}$	$4,1(0,7)^{bwx}$	$4,7(0,5)^{abx}$	$4,4(0,5)^{aw}$	$4,7(0,5)^{abw}$	$4,6(0,5)^{abw}$	$4,7(0,5)^{abw}$
4	$2,3(0,5)^{cw}$	$4,0(0,0)^{bxy}$	$3,6(0,5)^{cx}$	$4,3(0,5)^{by}$	$2,1(0,4)^{cw}$	$4,1(0,7)^{by}$	$3,3(0,5)^{cx}$	$4,3(0,5)^{by}$	$3,9(0,5)^{bw}$	$4,3(0,5)^{bwx}$	$4,3(0,5)^{bwx}$	$4,6(0,5)^{abx}$
5		$3,4(0,5)^{cx}$	$2,4(0,5)^{dw}$	$3,7(0,5)^{cx}$		$3,4(0,5)^{cx}$	$2,3(0,5)^{dw}$	$3,6(0,5)^{cx}$		$3,6(0,5)^{cw}$	$3,3(0,5)^{cw}$	$4,3(0,5)^{bcx}$
6		$2,4(0,5)^{dw}$		$3,4(0,5)^{cdx}$		$2,4(0,5)^{dw}$		$3,4(0,5)^{cdx}$		$3,3(0,4)^{cw}$		$4,0(0,6)^{cx}$
7				$3,3(0,5)^{cd}$				$3,0(0,2)^{de}$				$3,4(0,2)^{d}$
8				$3,0(0,6)^{d}$				$2,8(0,3)^{e}$				$3,1(0,2)^{d}$

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 9 se muestra los resultados del análisis organoléptico realizado a los tratamientos definitivos de la arveja, en esta se observa que el testigo (T_1) tuvo menor tiempo de almacenamiento en relación a los demás tratamientos; en el caso de las muestras desinfectadas se puede observar que el T_2 y T_3 tuvieron un tiempo de conservación de 6 y 5 meses, respectivamente; mientras que el T_4 se mantuvo en congelación durante 8 meses, este comportamiento se atribuye a los compuestos fenólicos timol y carvacrol presentes en el aceite esencial de tomillo, capaces de reducir la carga microbiana y por lo tanto de impedir daños en la calidad organoléptica del producto causados por agentes patógenos.

Además, en esta tabla se puede evidenciar que el mejor tratamiento de desinfección de las pruebas definitivas, considerando los resultados de los atributos organolépticos, fue el T_4 que constituye el tratamiento que fue desinfectado con aceite esencial de tomillo a 50 ppm durante 5 minutos, el cual presento el siguiente comportamiento; para el tiempo inicial se obtuvieron valores tanto en color, sabor y textura de 4,9 correspondiente a me gusta mucho según la escalda hedónica, mientras que las calificaciones evaluadas en el tiempo final de la congelación variaron entre 3 y 2,8, lo que equivale a no me gusta ni me disgusta.

Hay que tomar en cuenta que la calidad de la arveja disminuye conforme pasa el tiempo de almacenamiento, lo cual se evidencia en el análisis estadístico de los atributos organolépticos color, sabor y textura, mismo que indica que existe una diferencia significativa entre los valores que van tomando los atributos antes mencionados, considerando un nivel de confianza del 95 %; estos resultados se debe a la actividad enzimática, microbiológica y el proceso fisiológico de las arvejas que todavía suceden durante la congelación.

Es importante mencionar que entre los tres atributos evaluados, el sabor y color fueron los que definieron el tiempo de almacenamiento, pues obtuvieron menor valoración con el transcurso del tiempo. Otros autores también encontraron el efecto del tiempo de almacenamiento en congelación sobre las propiedades organolépticas, tal es así que; Mejía, Narváez y Restrepo (2006) evaluaron el comportamiento de la pulpa de arazá en congelación durante 120 días en almacenamiento a -20° C, para lo cual emplearon una escala hedónica de 5 puntos en donde los panelistas detectaron cambios en el sabor, aroma, color y apariencia, los cambios se atribuyeron a la formación de compuestos producidos por los procesos físico-químicos que suceden debido a la acción enzimática tales como: ácidos carboxílicos, formaldehído y otros, a causa de la degradación del ácido ascórbico por vía enzimática, además de la degradación de azúcares por reacciones de fermentación y la autooxidación de los lípidos.

Mientras que la textura se mantuvo con valores superiores en relación a dos atributos antes mencionados; lo cual se debe a que el nitrógeno líquido ultracongela en pocos minutos las arvejas, formando pocos cristales de hielo de forma redonda que no producen tensiones sobre la pared celular y por tanto no afectan el tejido celular del producto.

4.1.4.2. Resultados del análisis físico – químico.

El análisis físico químico de la arveja ultracongelada se realizó en tiempo inicial (To), esto quiere decir inmediatamente luego de culminado el manejo poscosecha y en tiempo final (Tf).

Tabla 10.
Resultados del análisis físico- químico de los tratamientos definitivos en relación al tiempo inicial y final de almacenamiento

Tratamiento	**Humedad (%)**		**Proteína (%)**		**Carbohidratos (%)**		**Fibra (%)**		**Cenizas (%)**	
	T_o	T_f	T_o	T_f	T_o	T_f	T_o	T_f	T_o	T_f
T_1	70,64(0,1)^{aw}	70,68(0,1)^{aw}	8,16(0,1)^{aw}	8,14(0,1)^{aw}	16,88(0,1)^{aw}	16,94(0.1)^{aw}	3,17(0,1)^{aw}	3,14(0,1)^{aw}	1,11(0,1)^{aw}	1,11(0,1)^{aw}
T_2	70,61(0,1)^{aw}	70,65(0,1)^{aw}	8,16(0,1)^{aw}	8,14(0,1)^{aw}	17,00(0,1)^{aw}	17,04(0,1)^{aw}	3,16(0,1)^{aw}	3,13(0,1)^{aw}	1,10(0,1)^{aw}	1,08(0,1)^{aw}
T_3	70,60(0,1)^{aw}	70,63(0,1)^{aw}	8,16(0,1)^{aw}	8,15(0,1)^{aw}	17,02(0,1)^{aw}	17,05(0,1)^{aw}	3,13(0,1)^{aw}	3,15(0,1)^{aw}	1,09(0,1)^{aw}	1,07(0,1)^{aw}
T_4	70,60(0,1)^{aw}	70,64(0,1)^{aw}	8,17(0,1)^{aw}	8,14(0,1)^{aw}	16,97(0,1)^{aw}	16,98(0,1)^{aw}	3,17(0,1)^{aw}	3,18(0,1)^{aw}	1,09(0,1)^{aw}	1,09(0,1)^{aw}

a: Diferentes superíndices dentro de la misma columna, indica que existe diferencias significativas debido a los tratamientos ($p < 0,05$).
w: Diferentes superíndices dentro de la misma fila (nutriente), indica que existe diferencias significativas debido al tiempo de almacenamiento ($p<0,05$).
Fuente: El autor

En la tabla 10 se muestra los resultados del análisis físico-químico realizado a las muestras definitivas de arveja a tiempo inicial y final de almacenamiento, en la cual podemos observar que no hay diferencias estadísticamente significativas en los porcentajes de humedad, proteína, carbohidratos, fibra y cenizas en ninguno de los tratamientos definitivos, considerando un nivel de confianza del 95 %; este comportamiento se debe al efecto del frío para ralentizar y/o detener los procesos fisiológicos, enzimáticos y microbiológicos que disminuyen drásticamente la calidad físico-química de los alimentos; así mismo, en literatura existen varios trabajos que observaron este mismo comportamiento, por ejemplo Michelis (s.f) expone que el valor nutritivo de los alimentos (proteínas y carbohidratos) no se ve afectado por enfriar y almacenar en condiciones de congelación; así mismo, García (2016) realizó análisis bromatológicos en muestras de tomate y cebolla congeladas, y determino que el valor de humedad es constante, lo que demuestra que no hubo deshidratación; mientras que los valores de fibra y cenizas se mantuvieron constantes durante 15 y 30 días, en comparación a las muestras originales.

Por otro lado, también se puede observar que a To y Tf no existen diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos que recibieron desinfección; así mismo, en otros trabajos se obtuvieron resultados similares, tal es el caso de Chuquitarco (2014) aplico diferentes desinfectantes (aceite de tomillo, orégano y la combinación de ambos aceites) en col morada, col de repollo, lechuga y espinaca, demostraron que, en las cuatro hortalizas no hubo diferencias importantes en el contenido de humedad de la muestras control (testigo) respecto a los tratamientos que recibieron desinfección.

Tabla 11.
Resultados del análisis microbiológico de los tratamientos definitivos en relación con el tiempo inicial y final de almacenamiento

Tratamiento	Coliformes (UFC/g)		*Escherichia coli* (UFC/g)		Mohos (UFC/g)		Levaduras (UFC/g)	
	T_o	T_f	T_o	T_f	T_o	T_f	T_o	T_f
T_1	$6{,}0x10^2(1{,}4x10^1)^{aw}$	$2{,}1x10^3(1{,}4x10^1)^{ax}$	—	—	$1{,}5x10^2(7{,}1x10^1)^{aw}$	$3{,}5x10^2(7{,}1x10^1)^{aw}$	$3{,}0x10^2(1{,}4x10^2)^{aw}$	$1{,}1x10^3(1{,}4x10^2)^{ax}$
T_2	$1{,}5x10^1(0{,}7x10^1)^{bw}$	$6{,}5x10^1(0{,}7x10^1)^{bx}$	—	—	$1{,}5x10^1(0{,}7x10^1)^{bw}$	$3{,}0x10^1(0{,}1x10^1)^{bw}$	$4{,}5x10^1(0{,}7x10^1)^{bw}$	$1{,}2x10^2(1{,}4x10^1)^{bx}$
T_3	$7{,}5x10^1(0{,}7x10^1)^{bw}$	$1{,}6x10^2(2{,}1x10^1)^{bx}$	—	—	$3{,}5x10^1(0{,}7x10^1)^{bw}$	$5{,}5x10^1(0{,}7x10^1)^{bw}$	$9{,}5x10^1(0{,}7x10^1)^{bw}$	$1{,}5x10^2(0{,}1x10^1)^{bx}$
T_4	$1{,}0x10^1(0{,}1x10^1)^{bw}$	$2{,}5x10^1(0{,}7x10^1)^{bw}$	—	—	$0{,}5x10^1(0{,}7x10^1)^{bw}$	$2{,}0x10^1(0{,}1x10^1)^{bw}$	$2{,}5x10^1(0{,}7x10^1)^{bw}$	$4{,}0x10^1(0{,}1x10^1)^{bw}$

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.

En la tabla 11 se presenta los resultados de los análisis microbiológicos realizados a los tratamientos definitivos de arveja, en los cuales se evidencia que el tratamiento testigo (T_1) en la fase de inicial presenta mayor número de UFC/g tanto de coliformes, mohos y levaduras respecto a los tratamientos que recibieron desinfección (T_2, T_3 y T_4), esto se debe a la capacidad que tienen los desinfectantes para disminuir la carga patógena, tal es el caso del ozono que tiene la capacidad de romper la membrana celular de los microorganismos provocando la dispersión del material intracelular en el agua y por consiguiente la muerte celular; así mismo, en bibliografía existen trabajos con resultados similares, por ejemplo, Inca (2012) evaluó el efecto del cloro en la desinfección de tres hortalizas y reporto que las muestras sin desinfectar tuvieron un recuento de 10 y 64,56 UFC/g para *Escherichia coli* y coliformes totales, respectivamente; mientras que las muestras desinfectados con cloro presentaron un recuento de 0,11 y 0,61 UFC/g para los microorganismos antes citados. De igual manera, Bastidas (2015) determino que aplicando hipoclorito de sodio a 200 ppm y clorito de sodio acidificado a 500 ppm en zanahoria de IV gama, los resultados microbiológicos del tratamiento testigo para coliformes-*E. coli*, mohos y levaduras a tiempo inicial fueron $1,70x10^4$ y $3,1x10^2$ UFC/g, respectivamente; mientras que los tratamientos que fueron desinfectados obtuvieron menores recuentos; esto es, aplicando hipoclorito de sodio los valores fueron de $5\ x10^2$ y $2x10^2$ UFC/g, y con clorito de sodio acidificado fueron <10 y $2,4x10^2$ UFC/g para los dos grupos microbianos.

También se evidencia que el crecimiento de microorganismos entre las fases inicial y final es más evidente en el T_1 respecto al T_2, T_3 y T_4, esto se debe a que la carga microbiana inicial de la muestra testigo es mayor a la que presentan los tratamientos que recibieron desinfección. Igual comportamiento encontró Saavedra, Vásquez y Villacorta (2016) quienes evaluaron el ozono a concentraciones de 3 y 25 ppm para la desinfección de uva almacenada durante 28 días; en su investigación reportaron que el aumento del crecimiento de mohos y levaduras fue más notorio en el tratamiento control (sin exposición a ozono) en comparación con los racimos de uva tratados con ozono.

Además, se puede observar que el T_4 utilizando 50 ppm de aceite esencial de tomillo presento mayor capacidad antimicrobiana para reducir la presencia de los microorganismos analizados, en relación a los tratamientos con hipoclorito de sodio (T_2) y ozono (T_3), es necesario aclarar que no existe diferencias estadísticamente significativas entre estos tratamiento, sin embargo, se realiza esta discusión en base a los valores que presenta el T4, tanto a tiempo inicial como final de almacenamiento; igualmente, este comportamiento se atribuye a la actividad antimicrobiana de los componentes del aceite esencial de tomillo, el

timol y carvacrol tienen capacidad de romper la membrana celular de los microorganismos provocando la pérdida de componente vitales y por consiguiente la muerte celular. Resultados similares observó Chuquitarco (2014), realizó pruebas con aceites esenciales de tomillo, orégano y la combinación de estos a 0,025 % en varias hortalizas, y determinó que el mejor tratamiento de desinfección fue con aceite esencial de tomillo con un tiempo de inmersión de 7 minutos, con el cual se consiguió reducir la carga microbiana patógena (mesófilos totales, mohos y levaduras, coliformes totales, *salmonella* y *S. aureus*) en un 95% en promedio para las cuatro hortalizas analizadas (col morada, lechuga, col de repollo y espinaca); así mismo, Tixilema (2015) aplico aceite esencial de tomillo a concentración de 0,025% (v/v), durante 4 minutos para la desinfección de espinaca, lechuga, col de repollo y col morada, obteniendo como resultado eficiencias germicidas que van de 90,1 a 81,5 % para mohos y levaduras, mientras que para coliformes totales la eficiencia germicida estuvo entre 85,2 y 92,1 %, esto para las cuatro hortalizas antes mencionadas.

Es importante mencionar que en los resultados que se muestran en la tabla 11, no se observa la presencia de *Escherichia coli* tanto a T_o y T_f de almacenamiento en ninguno de los tratamiento analizados, lo cual se debe a que las muestras no tenían contaminación fecal, como se mencionó en la revisión de literatura, la presencia de este tipo de microrganismo se encuentra únicamente cuando ha existido contaminación con materia fecal.

Finalmente, una vez obtenidos los resultados del análisis microbiológico para las muestras analizadas se comparó con los límites máximos permisibles según la normativa vigentes, sin embargo, al no contar con estos valores para Ecuador, se tomó en cuenta los datos publicados por Pascual y Calderón (2000), los cuales indican que para coliformes totales, mohos y levaduras, debe estar entre $1x10^2$ y $1x10^4$ UFC/g, mientras que, para *E. coli* el rango debe estar entre $1x10^1$ y $1x10^2$ UFC/g; de acuerdo es estos datos se puede establecer que todos los valores obtenidos en el análisis microbiológico de las pruebas definitivas están dentro de los límites permisibles para el consumo humano.

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

Luego de obtener los resultados de los análisis organolépticos, físico-químico y microbiológicos de cada uno de los tratamientos definitivos se pudo determinar el mejor tratamiento, en función de los análisis de calidad.

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

Los resultados de los análisis de calidad realizados en las arvejas, indican que existen diferencias entre los tratamientos analizados; en el caso del tratamiento testigo presenta un tiempo en congelación de 4 meses, los parámetros organolépticos evaluados mostraron valores entre 4,9 y 2,1; por otro lado, no hubo variaciones significativas en la composición química de las muestras de arveja y en lo que respecta a la carga microbiana, esta fue mayor respecto a la de los tratamientos que recibieron desinfección.

En los tratamientos T_2 y T_3 se observa que mantuvieron su calidad durante 6 y 5 meses respectivamente; mientras que los atributos color, sabor y textura de las muestras del T_2 obtuvieron valoraciones que están entre 4,9 y 2,4 y en el T_3 las calificaciones variaron entre 4,9 y 2,3 según la escala hedónica de 5 puntos; al igual que el testigo estos dos tratamientos no evidenciaron mayores alteraciones en su valor nutricional, mientras que en lo que respecta a los análisis microbiológicos se observó un leve aumento en el recuento de UFC/g de los microorganismos evaluados; sin embargo, este incremento no fue estadísticamente significativo.

En el caso del T_4 presenta el mayor tiempo de almacenamiento en relación de los demás tratamientos, esto es 8 meses; así mismo, como en el caso de las otras muestras, existe una disminución en la calidad organoléptica (color, sabor y textura) de 4,9 a 2,8 puntos; además, no existió cambios en su composición química entre el tiempo inicial y final de almacenamiento, mientras que en el recuento de coliformes, mohos y levaduras, se observó un incremento aunque este no es estadísticamente significativo.

4.2.2. Definición de la vida útil de los tratamientos

Debido a la similitud de los resultados obtenidos en el análisis organoléptico, físico-químico y microbiológico; la definición del tiempo de vida útil de los tratamientos definitivos

se determinó en función del tiempo de almacenamiento en congelación a -23 °C, por tanto, el T_2, T_3 y T_4 tienen vida útil de 6, 5 y 8 meses, respectivamente. Es importante mencionar que el T4 podría presentar mayor tiempo de vida útil, pero debido a que el proyecto se alargaba demasiado para ser presentado en los tiempos establecidos en la Universidad, se decidió interrumpir los análisis hasta los 8 meses.

4.2.3. Establecimiento de los parámetros óptimos de desinfección de la arveja ultracongelada.

Como se comentó anteriormente, en base a los resultados de calidad realizados a los tratamientos, se puede definir que el mejor tratamiento de desinfección es el T_4, el cual corresponde a la arveja ultracongelada previamente desinfectada con aceite esencial de tomillo empleando una concentración de 50 ppm con un tiempo de inmersión de 5 minutos, envasada en funda de polietileno de baja densidad y almacenada en congelación a -23ºC, debido a que presentó el mayor tiempo en congelación; esto es, 8 meses.

4.3. Resultados considerando la vida útil, los parámetros óptimos de desinfección y los costos variables de producción de la arveja ultracongelada.

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

Tabla 12.
Resultados considerando la vida útil, los parámetros óptimos de desinfección y los costos variables de producción de la arveja ultracongelada

Tratamientos	Vida útil (meses)	Parámetros óptimos de desinfección		Costos variables de producción (USD)
		Concentración	Tiempo de contacto	
Testigo	4	-	-	2,2884
Hipoclorito de sodio	6	100 ppm	3 min	2,2899
Ozono	5	40 ppm	10 min	2,2916
Aceite esencial de tomillo	8	50 ppm	5 min	2,3174

Fuente: El autor

4.4. Resultados de los costos de producción del mejor tratamiento

Los resultados obtenidos en los costos variables producción del mejor tratamiento (T_4) se resumen a continuación.

Tabla 13.
Resultados de los costos variables de producción de la arveja ultacongelada, desinfectada con aceite esencial de tomillo

Nº	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
	Costos fijos				
1	Luz	Kw-h	0,0060	0,1520	0,0010
2	Arriendo	día	1,0000	0,0520	0,0520
3	Depreciación de equipos y materiales	día	1,0000	0, 0700	0,0700
Subtotal					0,1230
	Costos variables				
4	Arveja	g	500,00	0,0022	1,1000
5	Fundas de polietileno	U	1,0000	0,0030	0,0030
6	Aceite de tomillo	g	0,0550	0,5000	0,0275
7	Surfactante tween 20	ml	0,0100	0,1449	0,0015
8	Nitrógeno líquido	Kg	0,5000	1,7500	0,8750
9	Agua	L	1,0000	0,0012	0,0024
10	Mano de obra	Min	5,0000	0,0370	0,1850
Subtotal					2,1944
Total					2,3174
Utilidad (20%)					0,4634
Precio de venta al público (PVP)					**2,7808**

Fuente: El autor

Los costos de producción de 500 g de arveja ultracongelada ascienden a 2,3174 USD, para lo cual se consideró los siguientes insumos y materiales: luz arriendo, depreciación de equipos y materiales, fundas de polietileno simple, aceite esencial de tomillo, surfactante tween 20, agua potable, mano de obra y nitrógeno líquido, este último representa el 37,76 % del costo total de producción, para calcular el precio de venta al público (PVP) se tomó en cuenta una utilidad del 20 %, obteniendo como resultado un valor de 2,7808 dólares americanos; Una vez obtenido el PVP se realizó la comparación con los precios de productos similares que se expenden en Supermaxi y Tía, siendo la marca Iceman la que ofrece alverjas congeladas en presentación de 500 gramos con un precio de 2,75 USD, esto muestra que no existe diferencias entre los dos precios; con la ventaja que las arvejas ultracongeladas con nitrógeno líquido presentan mejores características de calidad en relación a los que se someten a congelación normal.

5. CONCLUSIONES

- Los parámetros óptimos de desinfección para la arveja ultracongelada y empacada fueron: hipoclorito de sodio a 100 ppm durante 3 minutos de inmersión, ozono a 40 ppm por 10 minutos y aceite esencial de tomillo 50 ppm durante 5 minutos.
- De acuerdo a las características organolépticas, físico-químicas y microbiológicas, la vida útil de las arvejas ultracongeladas fueron las siguientes: el tratamiento con hipoclorito de sodio se conservó durante 6 meses en congelación, con ozono las muestras preservaron su calidad durante 5 meses, mientras que las muestras desinfectadas con aceite esencial de tomillo lograron conservarse durante 8 meses, y finalmente el tratamiento testigo únicamente se preservó durante 4 meses.
- El mejor tratamiento de desinfección fue la arveja desinfectada con aceite esencial de tomillo a concentración de 50 ppm durante 5 minutos, debido a que conservó las características de calidad durante mayor tiempo la vida útil, en relación a los demás tratamientos, esto es 8 meses en congelación a -23° C.
- Los costos de producción necesarios para elaborar 500 gramos de arveja ultracongelada ascienden a 2,32 USD, que considerando una utilidad del 20 % se obtiene un precio de venta al público de 2,78 dólares americanos.

6. RECOMENDACIONES

- Para complementar el presente estudio se debería realizar otras investigaciones donde se estudie temperaturas de congelación y tipos de envasado tales como atmósferas modificadas, controladas y empacado al vacío.
- Para mejorar la efectividad de la investigación es necesario que la Universidad mejore la infraestructura y equipamiento de los laboratorios.
- Tomar las medidas necesarias para evitar que durante el manejo poscosecha del producto se produzca contaminación cruzada, que altere o modifique los resultados del análisis de calidad.
- Realizar la evaluación económica-financiera y determinar indicadores tales como: Valor actual neto (VAN), Tasa interna de retorno (TIR), Relación beneficio-costo (B/C) que permita tener mayor información para decidir la rentabilidad de esta propuesta.

7. BIBLIOGRAFÍA

Acurio, L. (2010). Determinación de los principales indicadores en el tiempo de vida de anaquel de panela granulada de las unidades productivas Ingapi y el Paraíso con fines de exportación al mercado norteamericano (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato.

Andino, F., y Castillo, Y. (2010). Microbiología de los alimentos. Estelí. Recuperado de https://avdiaz.files.wordpress.com/2010/02/documento-microbiologia.pdf.

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

Astudillo, S. (2014). Utilización de aceites esenciales naturales como conservantes en la elaboración de salchichas de pollo (Tesis de maestría). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca. Recuperado de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7009/1/UPS-CT003676.pdf.

Banderas, M.J. (2012). Análisis proximal de los principales componentes nutricionales de arroz pulido, harina de trigo de flor, maíz amarillo y papa chola (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Recuperado de http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5359/T-PUCE-5585.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 grado). Escuela Politécnica Nacional, Quito.

Batallar, M., Santa Cruz, S., y García, M. (2010). El ozono: una alternativa sustentable en el tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas. CENIC Ciencias Biológicas, volumen (41), 155-164 Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/1812/181220593001.pdf.

Betelgeux. (s.f). Desinfectantes utilizados en la industria alimentaria. Recuperado de http://www.betelgeux.es/images/files/Documentos/Articulo_boletin_Desinfectantes_y_Modo_de_accion_en_IIAA.pdf.

Borboa *et al*. (2010). Evaluación de la actividad antibacteriana in vitro de aceites esenciales contra *Clavibacter michiganensis subespecie michiganensis.* Tropical and Subtropical Agroecosystems, 540.

Buñay, N., Peralta, K. (2015). Determinación del recuento de aerobios mesófilos en leche cruda que ingresa a industrias lacto Ochoa - Fernández cia. Ltda (Tesis de grado). Universidad de Cuenca, Cuenca. Recuperado de http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21584/1/TESIS.pdf.

Cabezas, E. V. (2016). Caracterización física, química, sensorial y funcional de la proteína aislada de la arveja (Pisum sativum) (Tesis de grado). Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. Recuperado de https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5752/1/AGI-2016-T006.pdf.

Caicedo, C. y Peralta, E. 1999. Chocho, Frejol y Arveja, leguminosas de grano comestible, con un gran mercado potencial en Ecuador. INIAP. Quito, Ecuador. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=W24zAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=TESIS+DE+ARVEJAS+&ots=JoX-ffSU9O&sig=wNQ9_TX-jv2sK7nZe9-Xt3qFflc#v=onepage&q&f=false.

Campos, M., y Manzano, A. (2007). "Evaluación de métodos de desinfección para hortalizas que se consumen en crudo" (Tesis de grado). Universidad de el Salvador, San Salvador. Recuperado de https://docplayer.es/12847002-Evaluacion-de-metodos-de-desinfeccion-para-hortalizas-que-se-consumen-en-crudo.html.

Campuzano, F., Mejía, D., Madera, C., Pabón, P. (2015). Determinación de la calidad microbiológica y sanitaria de alimentos preparados vendidos en la vía pública de la ciudad de Bogotá D.C. NOVA, 13(23), 81-92. Recuperado de http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n23/v13n23a08.pdf.

Cantos, S. (2003). Cosecha y Poscosecha de Hortalizas. Recuperado de http://faa.unse.edu.ar/apuntes/hortic/hortic11.pdf.

Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. (2013). Diseño de un sistema de desinfección y envasado, que permita aumentar la vida útil de hortalizas procesadas en la región Metropolitana (Informe). Universidad de Santiago de Chile, Santiago.

Cenzado, M., Gómez, M., Madrid, A., Madrid, M., y Santiago. (2003). Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos. Madrid, España: Editorial Iragra, S.A.

Cerda, L., Molina, J., Moreno, C., Moreno, R., y Pilamala, A. (2019). El sector hortofrutícola de Ecuador: Principales características socio-productivas de la red agroalimentaria de la uvilla

(*Physalis peruviana*). Ciencia y Agricultura, 16, 31-51. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6817418.

Cerón, D. (2014). Identificación de indicadores entéricos en cilantro *(coriandrum sativum)* y perejil *(Petroselinum sativum*) que se expenden en mercados populares del norte de la ciudad de Quito (Tesis de grado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito. Recuperado de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5102/1/57951_1.pdf.

Chávez, R. E. (2013). Diagnóstico de la producción agropecuaria de la parroquia Santiago en el año 2012 y elaboración de perfiles de comercialización, tres de productos agrícolas y tres de productos pecuarios que tengan mayor demanda en el mercado (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja, Loja. Recuperado de https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12891/1/Franco%20Manuel%20Ram%C3%B3n%20Ochoa.pdf.

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 grado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Recuperado de http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8443/1/AL%20542.pdf.

Contigiani, E. (2019). Desarrollo de estrategias alternativas para la conservación post-cosecha de frutillas (Tesis Doctoral). Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. Recuperado de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/80078/CONICET_Digital_Nro.d3b620b8-d9a2-4dd3-a295-b235114ba860_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y.

Control de calidad. (2018). Servicio de Acreditación Ecuatoriano. Recuperado de http://www.acreditacion.gob.ec/control-calidad-para-frutas-y-hortalizas/.

Cosecha y manejo poscosecha. (s.f). Cosecha y manejo poscosecha de hortalizas. Recuperado de http://www.mag.go.cr/bibioteca_virtual_ciencia/huerta_tema-VIII.pdf.

Cuasapaz, E. (2015). Evaluación de tres dosis de brasinosteroides en dos variedades del cultivo de arveja (*pisum sativum linneo)*, en el cantón San Pedro de Huaca provincia del Carchi (Tesis de grado). Universidad Técnica de Babahoyo, El Ángel. Recuperado de http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/1059/1/T-UTB-FACIAG-AGR-000211.pdf.

Dirección General de Investigaciones. (2001). Obtención y caracterización del aceite esencial de tomillo (*thymus vulgaris*) cultivado en Guatemala, utilizado en diversidad de productos fitofarmacéuticos. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/puidi/INF-2001-075.pdf.

Domene, M., Segura, M. (2014). Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria. Negocio Agroalimentario y Cooperativo. Cajamar. Recuperado de http://chilorg.chil.me/download-doc/86426.

Duque, J. (2017). Costos fijos y variables. Recuperado de https://www.abcfinanzas.com/administracion-financiera/costos-fijos-y-variables.

Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua – ESPAC. (2018). Superficie según producción y ventas de arveja tierna por región y provincia.

Enríquez, M.G. (2010). "Incidencia de la manipulacion del proceso en la contaminacion por mohos y levaduras en la gelatina postre con trozos de manzana *(Malus pumila)* en la ciudad de Ambato" (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Recuperado de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3210/1/P220.pdf.

Faleiro *et al.* (2005). Antibacterial and antioxidant activities of essential oils isolated from Thymbra capitata L. (Cav.) and Origanum vulgare L. Universidade do Algarve. Food Chemestry. Recuperado de https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16218659.

FAO. (2011). Producción de hortalizas. Bolivia. Recuperado de http://www.fao.org/3/a-as972s.pdf.

Fernández, F. (2013). Manejo poscosecha de *Pisum sativum L.var.Saccharatum* "Arveja China" (Trabajo Monográfico). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Recuperado de https://es.scribd.com/doc/203132776/MANEJO-POSTCOSECHA-DE-Pisum-sativum-L-var-Saccharatum-ARVEJA-CHINA.

Fernández, S., García, I., y López. (s.f). Aplicación de las escalas de punto ideal o Just-About-Right (JAR) en análisis sensorial de alimentos. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. Recuperado de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/104054/Fern%C3%A1ndez%3BGarc%C3%ADa%3BFuentes%20-

%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20las%20escalas%20de%20punto%20ideal%20o%20Just-About-Right%20%28JAR%29%20en%20a....pdf?sequence=1.

Flores, D., y Ruíz, E. (2010). Influencia del tiempo de escaldado, presión de empacado al vacío y grado de madurez del grano en la conservación de arveja (Pisum sativum l.) (Tesis de grado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Recuperado de http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/667/4/03%20AGI%20269%20%20PRESENTACI%C3%93N%20TESIS.pdf.

Foegedin (2002). Impact of ozonated water on the quality and shelf-life of fresh citrus, stone fruit and table grapes. Ozone: science & engineering, 24(5), 343-356.

Galán, J. (2012). Presencia de hongos en los alimentos (Tesis de grado). Universidad Católica de Cuenca, Cuenca. Recuperado de http://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/reducacue/5268/4/Presencia%20de%20hongos%20en%20los%20alimentos.pdf.

Gallardo, M. (2004). Validación experimental de un software asistido por internet para describir el proceso combinado escaldado - hidroenfriado en floretes de brócoli (*Brassica oleracea L. var italica*) (Tesis de grado). Universidad Austral de Chile, Valdivia. Recuperado de http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fag163v/doc/fag163v.pdf.

García, C., Martínez, A., Ortega, J., y Castro, F. (2010). Componentes químicos y su relación con las actividades biológicas de algunos extractos vegetales. Química Viva, 86–88. Recuperado de http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v9n2/garcia.pdf.

García Echeverría, M. J. (2017). Utilización del método de deshidratación por congelación para hortalizas con gran actividad de agua, ESPOCH Riobamba 2016 (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo.

García, G., y Vázquez, L. (2015). Guía de prácticas correctas de higiene para vegetales y derivados, frescos, mondados, troceados o envasados. Catalunya: Editorial Generalitat de Catalunya. Recuperado de http://acsa.gencat.cat/web/.content/Documents/eines_i_recursos/guia_practiques_castellano/iv_gama-castellano-v3.pdf.

Garmendia, V. (s.f). Métodos de desinfección de frutas y hortalizas.

González, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C., y Vila, S. (2014). INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS SENSORIAL. Sociedade Galega para a Promoción de Estatistica e a investigación de Operacións, Mugardos. Recuperado de http://www.seio.es/descargas/Incubadora2014/GaliciaBachillerato.pdf.

Guamán, M. C., y Macas, B. P. (2016). Evaluación de la eficiencia productiva del cultivo de tomate *(Solanum lycopersicum L.)* en asocio con lechuga (*Lactuca sativa L.)*, rábano *(Raphanus sativus L.)* y cilantro *(Coriandrum sativum L.)* bajo invernadero (Tesis de grado). Universidad de Cuenca, Cuenca. Recuperado de http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25494/1/tesis.pdf.

Guevara, S. (2016). Elaboración y evaluación nutricional de cupcake funcional a base de harina de arveja (*Pisum sativum*) y harina de trigo (*Triticum aestivum*), para fortalecer la dieta diaria (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.

Hernández, E. (2005). Evaluación Sensorial. Universidad Nacional Abierta y Adistacia, Bogota.

Hortoinfo. (s.f). Producción mundial de hortalizas por países. Diario digital de actualidad hortofrutícola. Recuperado de http://www.hortoinfo.es/index.php/2762-prod-mund-hort-121216

Huerta. (s.f). Aspectos generales de las hortalizas. Recuperado de http://www.mag.go.cr/bibioteca_virtual_ciencia/huerta_tema-I.pdf.

Ibern, M., Yepes, T. (2009). Estudio de un producto alimentario de V gama a partir de guisantes. Universidad Politécnica de Catalunya. Reuperado de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/7660/memoria.pdf.

Inca, W. (2012). Evaluación de tres clases de desinfectantes (cloro, yodo y peróxido) para mejorar la calidad e inocuidad de las lechugas, zanahoria y rábanos producidas y comercializada por los productores agroecológicos de cebadas (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). Norma del Codex para los guisantes (arvejas) congeladas rápidamente (Codex Stan 41-1981, MOD). Quito.

Instituto Nacional de Alimentos. (s.f). Guía de interpretación de resultados microbiológicos de alimentos. Recuperado de http://www.anmat.gov.ar/Alimentos/Guia_de_interpretacion_resultados_microbiologicos.pdf

Joya, D. G. (2006). *Optimización del proceso de termoformado en polipropileno para envases* (Master's thesis, Bogotá-Uniandes).

Laboratorio de Procesos Químicos de CARTIF. (s.f). Tecnología de envasado y conservación de alimentos. Recuperado de http://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info49/articulos/Envasado%20y%20Conservacion%20de%20Alimentos%20%281%29.pdf.

Larios, D. (2011). Manual del curso de manipulación de frutas y hortalizas. Murcia. Recuperado de https://www.google.com/search?q=Manual+del+curso+de+manipulaci%C3%B3n+de+frutas+y+hortalizas&rlz=1C1GCEA_enEC861EC861&oq=Manual+del+curso+de+manipulaci%C3%B3n+de+frutas+y+hortalizas&aqs=chrome..69i57j33.1025j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8.

Líquidos criogénicos. (1997). Líquidos criogénicos y sus riesgos. Centro Canadiense Seguridad y Salud Ocupacional. Recuperado de http://www.ccsso.ca/oshanswers/chemicals/cryogenic/cryogen1.html.

Loja, C., Sanmartín, L. (2014). Evaluación de la calidad microbiológica del chocho desamargado para consumo en la ciudad de Cuenca (Tesis de grado). Universidad de Cuenca, Cuenca. Recuperado de http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5526.

Lorente, G. (2006). Estado actual de las investigaciones, la producción y el consumo de alimentos hortalizas listos para consumir. (tesis de grado). Universidad de La Habana, La Habana

Mariano. (2014). Tecnología de los plásticos. Recuperado de https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/.

Marqués, D. (2015). Composición química de los aceites esenciales de lavanda y tomillo. Determinación de la actividad antifúngica (Tesis de grado). Universitat Politècnica de València, Valencia. Recuperado de

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/62057/TFG%20MANUEL%20MARQUES%20CAMARENA_1448906436018738127610912317657 1.pdf?sequence=1.

Márquez, B. (2014). Refrigeración y congelación de alimentos: Terminología, definiciones y explicaciones (tesis de grado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.

Mejía, E. J. (2018). Determinación de coliformes totales, escherichia coli en muestras de lechugas expendidas en mercados de la ciudad de Loja (tesis de grado). Universidad Nacional de Loja, Loja. Recuperado de https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20836/1/TESIS%20ERIKA%20MEJIA.pdf.

Mejía, L. J., Narváez, C. E., y Restrepo, L. P. (2006). Cambios físicos, químicos y sensoriales durante el almacenamiento congelado de la pulpa de arazá (*Eugenia stipitata Mc Vaugh)*. Agronomía colombiana, 24(1), 87-95.

Michelis, A. (s.f). Congelación de frutas hortalizas, hongos, carnes y mazas. Procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_congelacion.pdf.

Mollinedo Patzi, M. A., & Benavides Calderón, G. L. (2014). Carbohidratos. *Revista de Actualización Clínica Investiga*, *41*, 2133. Recuperado de: https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=que+son+los+carbohidratos&btnG=.

Montalvo, A. (2011). Evaluación de la calidad poscosecha de las accesiones seleccionadas de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) provenientes de las provincias de Tungurahua y Bolívar. Escuela Politécnica Nacional (Tesis de grado), Quito. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=MpgzAQAAMAAJ&pg=PA20&dq=poscosecha+a+nivel+mundial&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwick5CZiNLeAhWGtVkKHSPGDQUQ6AEILzAC#v=onepage&q=poscosecha%20a%20nivel%20mundial&f=false.

Morales, A. (2015). Efecto Antimicrobiano del Aceite Esencial del Tomillo (Thymus vulgaris) sobre la contaminación de Listeria monocytogenes en queso Ricotta (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Recuperado de http://bdigital.unal.edu.co/50994/1/1044503145.2015.pdf.

Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., y Cuadrado, C. (s.f). Tabla de composición de alimentos. Pirámide.

Mosquera, V. (2011). Plan de negocios para la creación de una planta de ultracongelación a base de nitrógeno líquido para congelar productos perecederos (Tesis de grado).Pontifica Universidad Javeriana, Bogotá. Recuperado de https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/9302/tesis542.pdf?sequence=1.

Mundo Alimentario. (2008). 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

Mundo rural. (2017). Beneficios de consumir arveja. Radiosnet. Recuperado de https://www.mundorural.com.ar/nota/1477/beneficios-de-consumir-arvejas.

Municipio de Granada. (2000). Manejo poscosecha de frutas y hortalizas. Granada. Recuperado de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6755/1/067.pdf.

Narváez, B. (2005). "Evaluación de la productividad de tres variedades de arveja (*Pisum Sativum L.*), Parroquia Yaruquí - Provincia de Pichincha" (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja, Loja Recuperado de http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5578/1/NARV%C3%81EZ%20NAVARRETE%20H%C3%89CTOR.pdf.

Parzanese, M. (s.f). Tecnologías para la Industria Alimentaria. Alimentos Argentinos – MinAgri. Recuperado de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_04_Ozono.pdf.

Placas Petrifilm™ (s.f). Guía de interpretación para el Recuento de E. coli/Coliformes. Recuperado de https://system.na2.netsuite.com/core/media/media.nl?id=34345&c=4552735&h=65ff3494419b6e835483&_xt=.pdf.

Placas Petrifilm™ (s.f). Guía de interpretación para el Recuento de Mohos y Levaduras. Recuperado de https://multimedia.3m.com/mws/media/1624089O/3m-petrifilm-placas-hongos-y-levaduras-ym-gua-de-interpretacin.pdf.

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. (2014). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Constructora y Consultora Inka Pirka CCINPIR Cía. Ltda.

Recuperado de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1160029140001_Fase%20de%20diagnostico%20final_15-10-2015_14-02-23.pdf.

Rivas, L. (2017). Estrategias de mercadeo y comercialización de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.)* en el cantón Loja, provincia de Loja (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja, Loja. Recuperado de http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18862/1/ROSA%20LEOVINA%20RIVAS%20ACARO.pdf.

Roca, I.E. (2005). Estudio de las propiedades y aplicaciones industriales del polietileno de alta densidad (PEAD) (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0639_Q.pdf.

Rojano, G. (2006). El empleo de atmósferas modificadas en la conservación de arveja (*Pisum Sativum L. ss. sativum var. sativum*) (Tesis de grado), Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3353/1/P88%20Ref.2977.pdf.

Romero, B. (2015). Calidad microbiológica de perejil empacado (Tesis de grado). Universidad técnica Particular de Loja, Loja.

Salinas, V. (2012). Los costos de producción y su efecto en la rentabilidad de la planta fibra de vidrio en Cepolfi Industrial C.A de la ciudad de Ambato (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3332/1/TA0262.pdf.

Saavedra, B. V., Vásquez, C. P., y Villacorta, L. M. (2016). Efecto de la concentración de ozono gaseoso sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y apariencia general en uva (Vitis vinifera L.) variedad red globe. *Agroindustrial Science*, *6*(1), 7-15.

Terranova. (1995). Enciclopedia Agropecuaria. Producción Agrícola 1. Bogotá, Colombia. Edit. Terranova.

Tixilema, S. (2015). Desarrollo de una tecnología innovadora de procesamiento mínimo para la conservación de hortalizas frescas lechuga (*lactuca sativa l.*), col de repollo (*brassica oleracea var. capitata*), col morada (*brassica oleracea var. lambarda*), espinaca (*spinacia oleracea)* picadas, previamente tratadas con aceite esencial de tomillo (*tymus vulgaris*) (Tesis

de grado). Universidad técnica de Ambato, Ambato. Recuperado de http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/9370/1/AL%20563.pdf.

Urbano Borja, M. R. (2018). Efecto del ozono sobre la calidad postcosecha de moras de Castilla *(Rubus glaucus Benth)* (Tesis de maestria), Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Maestría en Tecnología de Alimentos).

Valencia, F., Millán, L., y Jaramillo, Y. (2008). Estimación de la vida útil fisicoquímica, sensorial e instrumental de queso crema bajo en calorías, Estimación de la vida útil fisicoquímica, sensorial e instrumental de queso crema bajo en calorías, volumen 5 (N°1), 28-33 Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5764346

Vanaclocha, C. (2014). Tecnología de los amientos de origen vegetal. Madrid, España: Editorial Síntesis.

Vázquez, J. J. (s.f). El proceso de envasado. Uruguay. Recuperado de https://www.inac.uy/innovaportal/file/10508/1/envasado_pcoc.pdf.

Velázquez, M. (2011). Congelación de alimentos (Monografía). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo.

Villa, H. (2018). Determinación de las características tecnológicas, fisicoquímicas y microbiológicas de las sopas instantáneas elaboradas con cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd)* (Tesis de grado). Universidad Nacional José María Arguedas, Apurímac. Recuperado de http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/338/Haydee_Tesis_Bachiller_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

8. ANEXOS

Anexo 1. Norma Del Codex Para Los Guisantes (Arvejas) Congelados Rápidamente (Codex Stan 41-1981, Mod)

2.4.2.2 Cuando los guisantes (arvejas) se clasifiquen por tamaños, deberán ajustarse a uno de los dos sistemas siguientes de especificaciones para la denominación de los tamaños.

Especificaciones A de tamaños

Denominación del tamaño	Dimensión del orificio circular del tamiz en mm
Pequeños	hasta 8,75
Medianos	hasta 10,2
Grandes	mayores de 10,2

Especificaciones B de tamaños

Denominación del tamaño	Dimensión del orificio circular del tamiz en mm
Extra pequeños	hasta 7,5
Muy pequeños	hasta 8,2
Pequeños	hasta 8,75
Medianos	hasta 10,2
Grandes	mayores de 10,2

3. **FACTORES ESENCIALES DE COMPOSICION Y CALIDAD**

3.1 **Ingredientes facultativos**

3.1.1 Azúcares (sacarosa, azúcar invertido, dextrosa, fructosa, jarabe de glucosa y jarabe de glucosa deshidratada).

3.1.2 Sal.

3.1.3 Condimentos, tales como especias y hierbas aromáticas.

3.2 **Factores de calidad**

3.2.1 **Características organolépticas y otras**

3.2.1.1 El producto deberá ser de color verde, razonablemente uniforme, según la variedad; entero, limpio, prácticamente exento de materias extrañas; exento de cualquier sabor u olor extraño, y prácticamente exento de daños causados por insectos o enfermedades.

3.2.1.2 El producto tendrá un sabor normal, teniendo en cuenta cualesquiera aderezos o ingredientes que se hayan añadido.

3.2.2 **Características analíticas**

El contenido de sólidos insolubles en alcohol, determinado por el método que se especifica en los textos relevantes del Codex sobre métodos de análisis y muestreo, no deberá ser mayor:

para los guisantes (arvejas) - de 23% m/m

Anexo 2. Protocolo para determinación de humedad

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:

$\% \, MSP = \frac{P_{mps}}{P_m}$ x 100% HI= 100 - % MSP % HI = % HP

Donde:

$\% \, MSP$= 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:

$\% \, MS = \frac{P_{ms}}{P_{mas}} \text{x } 100$ HH=100-% MS

Donde:

$\% \, MS$= 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:

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

% MS = 100 - % H

Donde:

H= Humedad total (%)

HI= Humedad inicial (%)

HH= Humedad higroscópica (%)

Anexo 3. Protocolo para determinar fibra cruda

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 (H_2SO_4) 1,25% - 0,255 ± 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 ± 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 105ºC 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 105ºC 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 550ºC 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 4. Protocolo para determinar proteína

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 naciente; 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_2SO_4 concentrado p.a. (98 %)
- Pastillas catalizadoras
- NaOH 40 %
- Solución H_3BO_3 (4 %)
- Solución H_2SO_4 (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 ± 1 mg, en el tubo Kjeldahl de 500 ml. Agregar catalizador y 10-20 ml de H_2SO_4 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 H_3BO_3 4 % (sobre el cual se va a recoger el 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 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 NH_3).

c) Titulación

El destilado se titula con solución de H_2SO_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:

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

Donde:

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

V_{Blanco} = Volumen de ácido gastados en la valoración del blanco (ml)

$N_{ácido}$ = Normalidad del ácido sulfúrico

0.014= Peso del meq de nitrógeno (g)

F= Factor de conversión de nitrógeno a proteína

$g_{muestra}$ = Peso de la muestra (g)

Anexo 5. Protocolo para determinar cenizas

Determinación de Cenizas

La muestra se incinera a 600 °C para quemar todo el material orgánico.

Equipo.

- Mufla
- Crisoles
- Desecador
- Balanza analítica

Procedimiento:

- Coloque los crisoles limpios y secos en la mufla a 600°C, durante una hora. Enfríelos en el desecador. Péselos.
- Pese por diferencia 1,5 a 2 gramos de muestra homogenizada en el crisol.
- Colocar en la mufla a 600°C, hasta cenizas blancas grisáceas.
- 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:

$$\%_C = \frac{\mathrm{P_{cc}} - \mathrm{P_{cv}}}{\mathrm{P_m}} \text{ x } 100$$

Dónde:

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

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

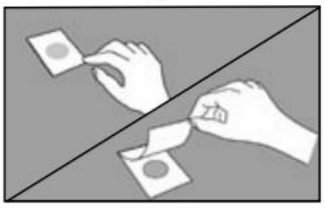
P_{cv}= Peso del crisol vacío (g)

P_m = Peso de la muestra (g)

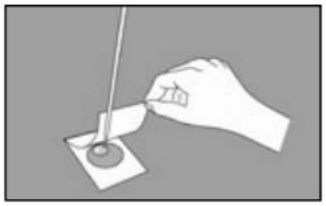
Anexo 6. Inoculación, incubación e interpretación de la Placas Petrifilm

Guia de interpretacion para recuento rapido de coliformes/ E. coli

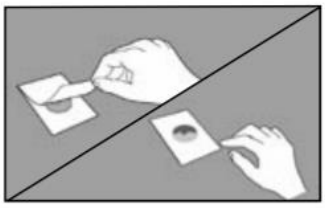
Inoculación



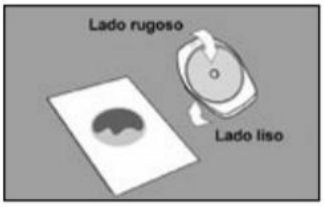
7 Coloque la Placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada. Levante la película superior.



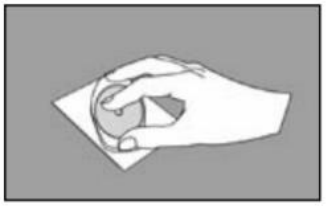
8 Con la Pipeta Electrónica 3M™, o una pipeta equivalente **perpendicular** a la Placa Petrifilm, coloque 1 mL de la muestra en el centro de la película inferior.



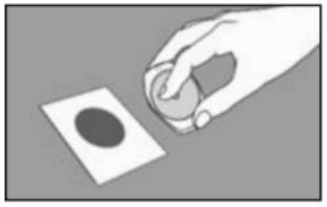
9 Baje con cuidado la película superior para evitar que atrape burbujas de aire. **No** la deje caer.



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

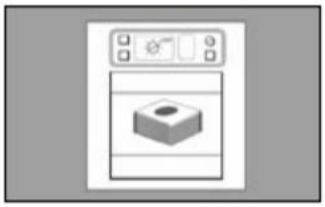


11 Presione **suavemente** el dispersor para distribuir el inóculo sobre el área circular. No gire Ni deslice el dispersor.



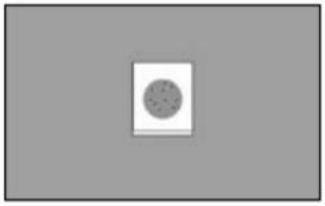
12 Levante el dispersor. Espere, por lo menos un minuto, a que solidifique el gel.

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



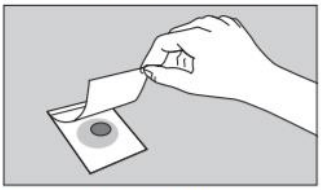
14 Las Placas Petrifilm pueden ser contadas en un contador de colonias estándar u otro tipo de lupa con luz. Consulte la Guía de Interpretación para leer los resultados.

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

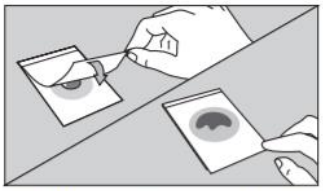
Guia de interpretacion para recuento rapido de mohos y levaduras

Instrucciones de uso:

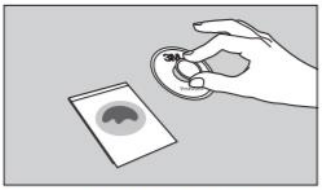
Procedimiento de inoculación



1 Coloque la Placa 3M Petrifilm para el Recuento Rápido de Mohos y Levaduras en una superficie plana y nivelada. Levante la película superior y agregue 1 mL de la muestra con la 3M™ Pipeta Electrónica perpendicular en el centro de la película inferior.

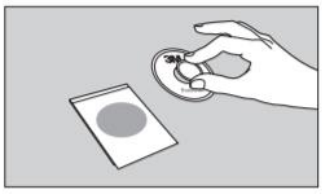


2 Baje la película superior sobre la muestra.



3 Coloque el 3M™ Petrifilm™ Difusor Plano (No. de cat. 6425) u otro difusor plano en el centro de la Placa 3M Petrifilm para el Recuento Rápido de Mohos y Levaduras.

4 Presione firmemente el centro del Dispersor para distribuir la muestra de manera uniforme. Difunda el inóculo por toda el área de crecimiento de la Placa 3M Petrifilm para el Recuento Rápido de Mohos y Levaduras antes de que se forme el gel. No deslice el Dispersor a través de la película.

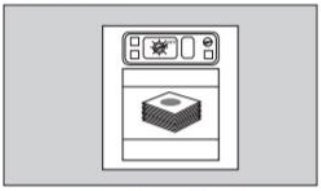


5 Retire el Dispersor y deje sin mover la Placa 3M Petrifilm para el Recuento Rápido de Mohos y Levaduras por lo menos durante un minuto, para permitir que se forme el gel.

Utilice diluyentes estériles apropiados:

Solución amortiguadora de fosfato Butterfield (ISO 5541-1), agua peptonada bufferada (ISO), 0.87% de agua peptonada, diluyente de sal peptonada, solución salina (0.85 a 0.90%), caldo Letheen libre de bisulfito o agua destilada. **No utilice diluyentes que contengan citrato, bisulfito o tiosulfato con las Placas 3M Petrifilm para el Recuento Rápido de Mohos y Levaduras, ya que pueden inhibir el crecimiento.** Si se indica el uso de una solución amortiguadora de citrato en el procedimiento estándar, reemplácela por 0.1 % de agua peptonada, calentada a una temperatura de 40 a 45 °C.

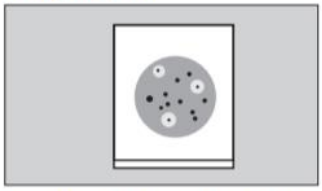
Incubación



6 Incube la Placa 3M Petrifilm para el Recuento Rápido de Mohos y Levaduras a 25-28 °C durante 48 ± 2 horas* en posición horizontal, con la película transparente hacia arriba, en pilas de no más de 40 placas.

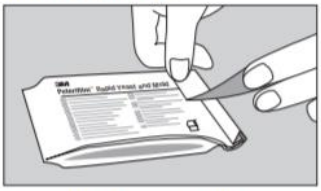
*Si las colonias son apenas visibles, déjelas en un periodo de incubación de 12 horas más para una mejor interpretación.

Interpretación



7 Lea los resultados para las levaduras y los mohos a las 48 horas. Ciertos mohos y levaduras de crecimiento más lento pueden aparecer apenas visibles a las 48 horas. Para mejorar la interpretación de estos mohos, incúbelos por 12 horas más.

Almacenamiento



8 Selle la bolsa plegando el extremo y pegándolo con cinta adhesiva. Para evitar la exposición a la humedad, no refrigere las bolsas abiertas. Almacene las bolsas reselladas en un ambiente fresco (20 a 25 °C) y seco (con una HR menor al 60 %) durante un máximo de 4 semanas.