



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DESARROLLO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE NATURAL A BASE DE  
MUCÍLAGO DE CHÍA (*Salvia hispánica l*) y ACEITE ESENCIAL DE NARANJA  
(*Citrus × aurantium*).”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingenieras Agroindustriales

Autoras:

Robayo Garzón Diana Carolina

Salazar Reyes Jessica Alexandra

Tutor:

Ing. Manuel Enrique Fernández Paredes Msc.

Latacunga - Ecuador

Febrero 2018



## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Nosotras Robayo Garzón Diana Carolina y Salazar Reyes Jessica Alexandra declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: “DESARROLLO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE NATURAL A BASE DE MUCÍLAGO DE CHÍA (*Salvia hispánica l*) y ACEITE ESENCIAL DE NARANJA (*Citrus × aurantium*)”, siendo el Ing. Fernández Paredes Manuel Enrique Msc. tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

---

Robayo Garzón Diana Carolina.

CI: 050380362-9

---

Salazar Reyes Jessica Alexandra.

CI: 72750166-8

**CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte ROBAYO GARZON DIANA CAROLINA, identificado con C.C. N° 050380362-9, de estado civil soltera y con domicilio en Latacunga y SALAZAR REYES JESSICA ALEXANDRA con C.C. 172750166-8, de estado civil soltera y con domicilio en Machachi, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el **Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez**, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **EL CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “DESARROLLO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE NATURAL A BASE DE MUCÍLAGO DE CHÍA (*Salvia hispánica l*) y ACEITE ESENCIAL DE NARANJA (*Citrus × aurantium*)”, el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Unidad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.- Abril – Agosto 2017 hasta Octubre – Febrero 2018

Aprobación HCD.- 25 de Abril del 2017

Tutor.- Ing. Fernández Paredes Manuel Enrique Msc.

Tema: DESARROLLO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE NATURAL A BASE DE MUCÍLAGO DE CHÍA (*Salvia hispánica l*) y ACEITE ESENCIAL DE NARANJA (*Citrus × aurantium*)”

**CLÁUSULA SEGUNDA.- EL CESIONARIO** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.-** Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **EL**

**CESIONARIO** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **EL CESIONARIO** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin. b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.-** El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **EL CESIONARIO** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.-** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.-** Por medio del presente contrato, se cede en favor de **EL CESIONARIO** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- EL CESIONARIO** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.-** El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.-** En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.-** Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 28 días del mes de Febrero del 2018.

Robayo Garzón Diana Carolina

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

CI. 050380362-9

**EL CESIONARIO**

**LA CEDENTE**

Salazar Reyes Jessica Alexandra

CI. 172750166-8

**LA CEDENTE**

### **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

DESARROLLO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE NATURAL A BASE DE

MUCÍLAGO DE CHÍA (*Salvia hispánica l*) y ACEITE ESENCIAL DE NARANJA (*Citrus × aurantium*)”, de Robayo Garzón Diana Carolina y Salazar Reyes Jessica Alexandra de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Febrero, 2018

El Tutor

Firma

Ing. Msc. Fernández Paredes Manuel Enrique

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

Cumpliendo con el Reglamento de Titulación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Lectores de Tribunal de Proyecto de Investigación con el Título “DESARROLLO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE NATURAL A BASE DE MUCÍLAGO DE CHÍA (*Salvia hispánica* L) y ACEITE ESENCIAL DE NARANJA (*Citrus × aurantium*)” , propuesto por las estudiantes Robayo Garzón Diana Carolina y Salazar Reyes Jessica Alexandra de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, me permito indicar que las estudiantes ha incluido todas las observaciones y realizado las correcciones señaladas por el Tribunal de Lectores Informantes, por lo cual presentamos el Aval de aprobación del Proyecto de Investigación, en virtud de lo cual las postulantes puede presentarse a la Sustentación Final de su Proyecto de Investigación.

Atentamente

Latacunga, Febrero, 2018

---

**Ing. Mg. Edwin Fabián Cerda Andino**

**Lector 1 (Presidente)**

**CC: 0501369805**

---

**PhD. Walter Francisco Quezada Moreno**

**Lector 2**

**CC: 1900178813**

---

**Ing. Gabriela Alejandra Chacón Mayorga**

**Lector 3**

**CC: 1714230172**

## **DEDICATORIA**

*Orgullosa me siento en dedicar este trabajo a mis padres: Sergio e Inés, por brindarme todo el amor, apoyo, y comprensión en buenos y malos momentos, ya que sin ellos esta meta no hubiera sido posible, por enseñarme que todo en esta vida se puede con sacrificio y constancia y que la humildad es lo más importante. Mis papitos que más que eso, son mi ejemplo, mi todo, quienes supieron decirme en su momento las palabras correctas.*

*A mis hermanos Sergio y Mayra quienes, con su ejemplo, perseverancia, y profesionalidad fueron una base sumamente sólida para culminar este sueño, que con sus palabras siempre oportunas han levantado mi cabeza y me han llenado de apoyo y sobre todo alegría.*

*A mis sobrinos Josué, Mikaela y Victoria que con su que con su ingenuidad y bella sonrisa han llenado de alegría todo a mi alrededor, es increíble cómo tan pequeñitos me pueden hacer sentir algo tan gigantesco.*

*A mi amor bonito Jairo Mauricio Suárez Guato, por sostener mi mano en todos los momentos*



*buenos y malos, ha sido el impulso durante mi carrera ya que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido amigo, novio y cómplice inseparable.*

***Diana Carolina***

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi que por medio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales me permitió culminar mis estudios. A todos mis maestros y docentes que, durante toda la carrera, me guiaron, formaron y acompañaron.*

*Al Ing. Manuel Fernández (Tutor), por su paciencia, colaboración y motivación que hicieron posible la culminación de este trabajo.*

*A la Ing. Gabriela Chacón, Al PhD. Walter Quezada e Ing. Fabián Cerda por permitirme contar con su valiosa ayuda, motivación, entereza, sugerencias y conocimientos compartidos durante el proceso de elaboración de la investigación.*

*Al Ing. Edwin Cevallos que, a más de ser un excelente maestro, supo brindarme su amistad y sabios consejos durante toda mi vida universitaria.*

*A mi loco, divino y peligroso grupo de amigos, Jessica, Mariela, Bryan y Andrés, quienes con sonrisas, enojos, tristezas y locuras supieron alegrarme y brindarme su amistad.*

## **DEDICATORIA**

*“Para lograr tener éxito, tu deseo de éxito debe ser mayor que tu miedo al fracaso”*

*Es por eso que quiero dedicar el presente trabajo a mis padres Patricia y Geovanny ya que con su apoyo y amor han guiado cada pasó que he dado en mi vida estudiantil y gracias a su sacrificio, trabajo y perseverancia he logrado culminar esta gran meta profesional.*

*A mi hermana Anshy que con su carisma, cariño y amor infinito se ha convertido en una de mis motivaciones para seguir en cada momento de mi carrera.*

*A mi abuelita Rosita que ha mas de ser la mejor abuelita que he podido tener se ha convertido en mi segunda madre, que con su cariño, paciencia y amor incondicional siempre me ha brindado el apoyo necesario para seguir día a día con mis objetivos y no rendirme jamás.*

*A mi amor Danny gracias por ser mi compañero incondicional por tu apoyo, cariño, comprensión y amor, gracias a tu motivación he logrado culminar este proyecto.*

*A mis familiares que con su apoyo y sus palabras me motivaron en cada momento de mi vida universitaria.*

***Jessica Alexandra***

## **AGRADECIMIENTO**

*“Empieza haciendo lo necesario, después lo posible, y de repente te encontraras haciendo lo imposible”*

*Expreso mis más sinceros agradecimientos a mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi que supo acogerme y guiarme en el camino del saber. A la carrera de Ingeniería Agroindustrial por permitirme ser parte de ella y adquirir nuevos conocimientos en el ámbito de la industria alimentaria.*

*A cada uno de los docentes que conforman la carrera de Ingeniería Agroindustrial en especial a mi tutor Ing. Manuelito Fernández que gracias a su paciencia, apoyo y comprensión se logró la culminación del presente proyecto.*

*Al Ing. Edwin Cevallos que ha mas ser un excelente docente con sus palabras y su amistad supo apoyarme y aconsejarme en mi carrera estudiantil.*

*A mi grupo de amigos: Mary, Diany y Bryan, que con sus locuras, carisma y cariño estuvieron*

*incondicionalmente en las buenas y en las malas  
brindándome su ayuda cuando más lo necesite.*

*Jessica Alexandra*

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES.**

## **TÍTULO: “DESARROLLO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE NATURAL A BASE DE MUCÍLAGO DE CHÍA**

**(*Salvia hispánica l*) Y ACEITE ESENCIAL DE NARANJA (*Citrus × aurantium*)”**

### **Autoras:**

Robayo Garzón Diana Carolina

Salazar Reyes Jessica Alexandra

### **RESUMEN**

La frutilla (*Fragaria vesca*) es una de las frutas más perecederas, debido a su alta tasa respiratoria y la carencia de cáscara que protege la calidad de la fruta. El presente trabajo de investigación tuvo como objeto el desarrollo de un recubrimiento comestible natural a base de mucílago de chíá y aceite esencial de naranja aplicado en la frutilla como proceso post cosecha. La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de análisis de alimentos de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, las frutillas con el recubrimiento comestible natural fueron almacenadas a 12 °C por un tiempo de 12 días realizando los análisis en los días 1, 5, 10 y 12. Para determinar el mejor tratamiento se realizó un diseño experimental DBCA con arreglo factorial de A x B con 2 repeticiones en el cual el T4 con la formulación 70% mucílago, 20% de aceite esencial de naranja, 10% solución de agua y gelatina fue identificado como el mejor tratamiento. Además, el recubrimiento posee una actividad antibacteriana y antifúngica lo cual permite la reducción del porcentaje de pérdida de peso, la tasa respiratoria de la frutilla y conservación de las propiedades de la fruta. Se realizó una evaluación de la estabilidad de las frutillas con el recubrimiento comestible frente a un testigo, donde se analizó las características organolépticas, grados brix, cuantificación microbiológica, pH y acidez titulable, la frutilla testigo presentó un tiempo de vida útil de 5 días mientras que en la frutilla recubierta se estimó una vida útil de 12 días manteniendo las condiciones óptimas para el consumo humano.

**Palabras claves:** recubrimiento comestible, tasa respiratoria, cuantificación microbiológica.

## ABSTRACT

The Strawberry (*Fragaria vesca*) is one of the most perishable fruit, because their high respiratory rate and the lack of shell that protects the quality of the fruit. The present research job had as object the development of natural edible coating based on mucilage chía and essential oil of orange applied in the strawberry as a post harvest process. The research was conducted in the laboratory of Agroindustrial engineering food analysis, strawberries with the natural edible coating were stored at 12 ° C for a period of 12 days performing the analysis on days 1, 5, 10, and 12. To determine the best treatment was an experimental design DBCA in accordance with factorial of A by B with 2 replicates in which the T4 with 70% formulation mucilage, 20% of essential oil orange, 10% solution of gelatin and water was identified as the best treatment. In addition, the coating has antibacterial and antifungal activity which allows the reduction of the percentage of weight loss, the respiratory rate of the strawberry and conservation of the properties of the fruit. An evaluation of the stability of strawberries with the edible coating against a witness, where discussed the organoleptic characteristics, degrees brix, microbiological quantification, pH and titratable acidity, the strawberry witness present a time life of 5 days while that in the coated Strawberry was a life time of 12 days while maintaining optimal conditions for human consumption.

**Key words:** Edible coating, respiratory rate, microbiological quantification.

## INDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	i
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA .....	ix
AGRADECIMIENTO .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	2
3.1. Beneficiarios directos .....	2
3.2. Beneficiarios indirectos .....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
5. OBJETIVOS .....	4
5.1. General.....	4
5.2. Específicos .....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	7
7.1. Antecedentes .....	7
7.2. Marco Teórico .....	8
7.2.1. Recubrimientos Comestibles .....	8
7.2.2. Recubrimientos comestibles a base de biopolímeros y sus propiedades funcionales. ....	9
7.2.2.1. Importancia y funciones .....	10
7.2.2.2. Propiedades de los recubrimientos comestibles .....	11
7.2.2.3. Funciones selectiva de las películas y recubrimientos comestibles .....	12

7.2.2.4.	Aplicación de los recubrimientos comestibles a frutas y hortalizas .....	13
7.3.	Recubrimientos comestibles bioactivos con incorporación de antimicrobianos naturales. ....	15
7.3.1.1.	Materiales y propiedades .....	17
7.3.1.2.	Hidrocoloides: Polisacáridos y proteínas .....	17
7.3.1.3.	Lípidos y resinas .....	18
7.3.1.4.	Multicomponentes .....	18
7.3.1.5.	Radiación ultravioleta (UV-C) .....	18
7.3.1.6.	El futuro de los recubrimientos comestibles .....	19
7.3.2.	Naranja .....	20
7.3.2.1.	Características botánicas.....	21
7.3.2.2.	Característica del fruto .....	22
7.3.2.3.	Composición nutricional .....	22
7.2.3.4.	Aceite esencial de naranja .....	23
7.2.3.5.	Clasificación de los aceites esenciales .....	24
7.2.3.6.	Propiedades .....	25
7.2.3.7.	Propiedades Físicas .....	25
7.2.3.8.	Propiedades Químicas .....	26
7.2.3.9.	Función .....	26
7.3.2.10.	Aprovechamiento de residuos agroindustriales .....	26
7.3.3.	Fresa .....	27
7.3.3.1.	Clasificación científica .....	28
7.3.3.2.	Parámetros de calidad de la fresa .....	29
7.3.3.3.	Correcto almacenamiento de la fruta .....	29
7.3.3.4.	Vida útil de la fresa .....	30
7.3.4.	Chía .....	30
7.3.4.1.	Recubrimiento de Chía .....	31
7.3.4.2.	Mucílago de chía .....	31

7.3.4.3.	Películas a base de mucílago de chíá .....	32
7.3.4.4.	Metodología de extracción .....	33
7.3.	Marco Conceptual .....	34
8.	VALIDACION DE LAS PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS .....	36
9.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	36
9.1.	Metodología .....	36
9.1.1.	Ubicación de la investigación.....	36
9.1.2.	Métodos utilizados .....	36
9.1.3.	Tipo de investigación .....	37
9.1.4.	Técnicas de investigación .....	38
9.1.5.	Materiales para la elaboración .....	39
9.2.	Metodología de elaboración.....	40
9.2.1.	Extracción de mucílago de chíá .....	40
9.2.2.	Preparación de solución .....	41
9.2.3.	Preparación de la frutilla .....	42
9.2.4.	Aplicación de solución .....	43
9.2.5.	Análisis físico químicos y microbiológicos .....	44
9.3.	Balance de materia del mejor tratamiento .....	49
9.4.	Diseño experimental .....	50
9.4.1.	Diseño Experimental A x B .....	50
9.4.2.	Tratamientos .....	51
9.4.3.	Marco Muestral .....	52
9.4.4.	Análisis Organoléptico .....	52
10.	ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	53
10.1.	Discusión de resultados .....	53
10.2.	Análisis de la varianza(ADEVA) .....	53
10.2.1.	Atributo Calidad visual.....	53



10.2.2.	Atributo Color .....	56
10.2.3.	Atributo Aroma .....	58
10.2.4.	Atributo de Firmeza .....	61
10.2.5.	Atributo Impresión global .....	63
10.2.6.	Atributo Sabor .....	66
10.2.7.	Identificación del mejor tratamiento .....	68
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS): ....	82
11.1.	Impacto Técnico .....	82
11.2.	Impacto Social.....	82
11.3.	Impacto Ambiental .....	82
11.4.	Impacto Económico .....	82
12.	PRESUPUESTO .....	83
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	84
14.	BIBLIOGRAFIA.....	86
ANEXOS .....		90
Anexo 1. AVAL DE TRADUCCIÓN .....		91
Anexo 2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....		92
Anexo 3. DATOS DEL DOCENTE .....		93
Anexo 4. DATOS ESTUDIANTE .....		94
Anexo 5. DATOS ESTUDIANTE .....		95
Anexo 6. ÁRBOL DE PROBLEMAS .....		96
Anexo 7. FOTOGRAFIAS .....		97
Anexo 8. HOJA DE CATACIÓN .....		102
Anexo 9. ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD .....		104
Anexo 10. RECOPIACIÓN DE DATOS .....		105
Anexo 11. NORMA CD/K/019:2010 .....		108
Anexo 12. NORMA TECNICA ECUATORIANA 1842:2013 .....		112
Anexo 13. NORMA TECNICA ECUATORIANA 2173:2013 .....		114
Anexo 14. NORMA TECNICA ECUATORIANA 750:2013 .....		116
Anexo 15. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA.....		119
Anexo 16. NORMA CAC/GL 21 - 1997 .....		123

### INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades en relación a los objetivos .....	5
Tabla 2: Usos Posibles de Películas Comestibles y Recubrimientos.....	11
Tabla 3: Algunos de los recubrimientos comerciales que se aplican en frutas y hortalizas frescas y enteras.....	13
Tabla 4: Dosis mínimas requeridas para inhibir en 100% a diferentes microorganismos .....	19
Tabla 5: Composición de la naranja (cada 100 g de naranja comestible) .....	22
Tabla 6: Composición de la fresa por 100 g de porción comestible .....	28
Tabla 7: Composición de Mucílago de Chía .....	33
Tabla 8: Tratamientos .....	51
Tabla 9: Cuadro del (DBCA) .....	52
Tabla 10: Análisis de varianza calidad visual .....	53
Tabla 11: Prueba de Tukey para el atributo calidad visual .....	54
Tabla 12: Análisis de varianza color .....	56
Tabla 13: Prueba de Tukey para atributo color .....	57
Tabla 14: Análisis de varianza del aroma .....	58
Tabla 15: Prueba de Tukey para atributo aroma .....	59
Tabla 16: Análisis de varianza de la firmeza.....	61
Tabla 17: Prueba Tukey para el atributo textura .....	62
Tabla 18: Análisis de varianza de impresión global .....	63
Tabla 19: Prueba Tukey para el atributo aceptabilidad.....	64
Tabla 20: Análisis de varianza de sabor .....	66
Tabla 21: Prueba Tukey para el atributo sabor .....	67
Tabla 22: Medias de los tratamientos respecto a cada atributo .....	69
Tabla 23 : Peso promedio tratamiento testigo vs mejor tratamiento .....	70
Tabla 24 : Valores promedio de sólidos solubles tratamiento testigo vs mejor tratamiento ...	72
Tabla 25: Valores promedio de pH. ....	73
Tabla 26: Acidez total titulable tratamiento testigo vs mejor tratamiento .....	75
Tabla 27. Resultados microbiológicos y tiempo de vida útil. ....	77
Tabla 28: Determinación del costo del mejor tratamiento .....	79
Tabla 29: Otros rubros .....	80
Tabla 30: Presupuesto del proyecto .....	83

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Recubrimientos comestibles .....	12
Figura 2. Películas y Recubrimientos comestibles .....	17
Figura 3. Clasificación .....	28
Figura 4. Semilla de Chía .....	31
Figura 5. Proceso de Extracción .....	34
Figura 6. Diagrama de bloques para la extracción de mucílago de chía .....	45
Figura 7. Diagrama de bloques para la selección y lavado de las frutillas .....	46
Figura 8. Diagrama de bloques para la preparación de solución .....	47
Figura 9. Diagrama de bloques para la aplicación del recubrimiento comestible .....	48
Figura 10. Proceso de catación .....	52
Figura 11. Comparación de medias del atributo calidad visual .....	55
Figura 12. Comparación de medias del atributo color .....	58
Figura 13. Comparación de medias del atributo aroma .....	60
Figura 14. Comparación de medias del atributo firmeza .....	63
Figura 15. Comparación de medias del atributo impresión global .....	65
Figura 16. Comparación de medias del atributo sabor .....	68
Figura 17. Promedio de los tratamientos.....	69
Figura 18. Peso promedio tratamiento testigo vs mejor tratamiento .....	71
Figura 19. Valores promedio de sólidos solubles tratamiento testigo vs mejor tratamiento. .	72
Figura 20. Valores promedio de pH. ....	74
Figura 21. Valores promedio acidez titulable tratamiento testigo vs mejor tratamiento .....	75



## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### Título del Proyecto

“Desarrollo de un recubrimiento comestible natural a base de mucílago de chía (*Salvia hispánica L*) y aceite esencial de naranja (*Citrus × aurantium*), para prolongar la vida útil de la frutilla (*fragaria vesca*)”.

### Fecha de inicio:

Abril del 2017

### Fecha de finalización:

Febrero del 2018

### Lugar de ejecución:

Barrio Salache, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, zona 3,

Universidad Técnica de Cotopaxi “CEASA”, ubicado a 5 km de la panamericana

LatacungaSalcedo, sector occidental. Ubicación Geográfica: latitud 00 59” 47.68” N, longitud 78

37”19.16” E. (Anexo 2)

### Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### Carrera que auspicia:

Ingeniería Agroindustrial

### Proyecto de investigación vinculado:

Investigación, Desarrollo e Innovación de productos y subproductos para uso alimentario y no alimentario **Equipo de trabajo:**

### Tutor:

Ing. Msc. Manuel Enrique Fernández Paredes. (Anexo 3) **Investigadores:**

- Robayo Garzón Diana Carolina. (Anexo 4)
- Salazar Reyes Jessica Alexandra. (Anexo 5) **Área de Conocimiento:**

Ingeniería, Industria y Construcción.

### Línea de investigación:

- Desarrollo y seguridad alimentaria
- Procesos industriales

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El presente proyecto de investigación surge por la necesidad de mirar otra alternativa de conservación de la frutilla, a través de la aplicación de un recubrimiento comestible natural desarrollado a base de mucílago de chía y aceite esencial de naranja, actuando como una barrera capaz de evitar la madurez progresiva de la frutilla y así permitiendo conservar las características y propiedades de la fruta.

Se pretende aprovechar las propiedades antioxidantes del mucilago de chía y el aporte antimicrobiano del aceite esencial de naranja en un recubrimiento comestible, convirtiéndose en un conservador de carácter innovador con características únicas al no existir investigaciones previas sobre el desarrollo de recubrimientos con bases naturales capaces de retardar la tasa respiratoria de la frutilla y prolonguen su vida útil.

Se desea también generar fuentes de trabajo en el área de influencia del proyecto proporcionando al productor ,comerciante y consumidor un recubrimiento de base natural con un valor agregado haciéndolo más atractivo ante los consumidores, ya que el recubrimiento posee propiedades beneficiosas que disminuyen la tasa respiratoria de la fruta y que actúa como un recubrimiento capaz de extender la vida útil de la frutilla, de esta manera evitando pérdidas post cosecha a los productores y comerciantes , presentando así una nueva alternativa para conservación de la frutilla.

## **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

### **3.1. Beneficiarios directos**

Universidad Técnica de Cotopaxi donde se efectuó el presente proyecto investigativo, productores y comerciantes de frutilla de las provincias de Cotopaxi – Tungurahua y los autores de esta investigación: Robayo Diana; Salazar Jessica.

### **3.2. Beneficiarios indirectos**

Los beneficiarios indirectos son todos los consumidores que mantengan acceso a la frutilla con recubrimiento comestible natural a base de mucílago de chía y aceite esencial de naranja.

## **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

El cultivo de frutilla en Ecuador está concentrado en su mayor extensión en la provincia de

Pichincha, también en constante crecimiento en las provincias de Tungurahua, Imbabura, Chimborazo y en pequeñas extensiones en Cotopaxi y zona del Austro, siendo una de las alternativas importantes de la economía en dichas provincias, en los últimos años la frutilla ha presentado grandes pérdidas en su producción debido a un mal manejo post cosecha teniendo así frutillas de baja calidad y corta vida útil, lo que impide que alcance los mercados de exportación. (MASAGRO, 2012).

El problema de investigación se centra en la falta de interés de métodos de conservación de la frutilla y el poco uso de recubrimientos comestibles de base natural, además de la falta o desconocimiento de los beneficios del mucílago de chía y aceite esencial de naranja, principalmente estas sustancias aportan con propiedades antimicrobianas y antioxidantes capaces de retardar la migración de humedad además de reducir la tasa respiratoria, pero la inexistencia de técnicas y prácticas de conservación de la frutilla, ha desencadenado la poca o nula productividad del manejo de recubrimientos naturales sobre la fruta.

Por este motivo la presente investigación se enfoca en el desarrollo de un recubrimiento comestible natural capaz de prolongar la vida útil de las frutillas, obteniendo así frutillas de mejor calidad y reduciendo pérdidas post cosechas, beneficiando así a los productores, comerciantes y consumidores de frutilla.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. General

- Desarrollar un recubrimiento comestible natural a base de mucílago de chía (*salvia hispánica l.*) y aceite esencial de naranja (*Citrus × aurantium*), para prolongar la vida útil de la frutilla (*fragaria vesca*).

### 5.2. Específicos

- Evaluar el efecto del mucílago de chía y el aceite esencial de naranja como recubrimiento comestible sobre el tiempo de vida útil de las frutillas.
- Determinar el mejor tratamiento de las frutillas con el recubrimiento comestible, mediante un análisis de parámetros físico químicos.

- Realizar un análisis sensorial y de aceptabilidad las frutillas con recubrimiento comestible para obtener el mejor tratamiento.
- Determinar el tiempo de vida útil de las frutillas con el recubrimiento comestible del mejor tratamiento.
- Realizar un análisis de costos del mejor tratamiento de las frutillas con el recubrimiento comestible.

## **6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS**

**Tabla 1:** Actividades en relación a los objetivos

<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
------------------	--------------------	----------------------------------	------------------------------------



<p>1. Evaluar el efecto del mucílago de chía y el aceite esencial de naranja como recubrimiento comestible sobre el tiempo de vida útil de las frutillas.</p>	<p>-Se formuló las concentraciones de mucílago de chía y aceite esencial de naranja para el desarrollo del recubrimiento comestible.</p> <p>-Se realizó el seguimiento de los parámetros físico químicos y organolépticos de las frutillas con el recubrimiento comestible a diferentes concentraciones de sus componentes durante su tiempo de almacenamiento.</p>	<p>-Los datos de sólidos solubles, pH y acidez de las frutillas con el recubrimiento a base de mucílago de chía y aceite esencial de naranja, se obtuvieron en el laboratorio de Análisis de Alimentos de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, de acuerdo con la NTE INEN ISO 2173, Productos vegetales y de frutas.</p> <p>-Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico (IDT). NTE INEN ISO 750, Productos vegetales y de frutas. Determinación de la acidez titulable. NTE INEN-ISO 1842, Productos vegetales y de frutas. Determinación de pH.</p>	<p>-Análisis de características físico químicas y organolépticas de las frutillas realizados en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.</p>
---	---	---	--

<p>2. Realizar un análisis sensorial y de aceptabilidad de las frutillas con el recubrimiento comestible para obtener el mejor tratamiento.</p>	<p>-Pruebas organolépticas de los tratamientos a 20 estudiantes.</p> <p>-ADEVA (AxB) de los resultados obtenidos en base a los análisis físicos químicos y sensoriales.</p>	<p>-Se aplicó una encuesta de aceptabilidad del mejor tratamiento. <b>(Anexo 8)</b></p> <p>-Obtención de datos para identificar el mejor tratamiento T4 (a2b2).</p>	<p>- Se realizó una catación a 20 estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, para evaluar las características organolépticas y la aceptabilidad de las frutillas con el mejor tratamiento.</p>
---	---	---	---

<p>3. Determinar el tiempo de vida útil de las frutillas con el recubrimiento comestible del mejor tratamiento.</p>	<p>- Elaboración de los mejor tratamientos para su posterior análisis físico químicos y microbiológicos.</p>	<p>-Se realizó los análisis físico químicos y microbiológicos (mohos, levaduras, recuento de aerobios mesófilos), de acuerdo a la NTE INEN 1529-5, Control microbiológico de los alimentos. -Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos, por Recuento Estándar en Placa. NTE INEN 1529-10:2013 Control microbiológico de los alimentos.</p>	<p>-Análisis físico químicos y microbiológicos del mejor tratamiento.</p>
<p>4. Realizar un análisis de costo del mejor tratamiento.</p>	<p>Análisis del precio de venta al público (PVP) del mejor tratamiento.</p>	<p>-Se determinó los costos fijos y variables. -Se determinó el PVP de la frutilla con el recubrimiento comestible.</p>	<p>Análisis del costo de la frutilla con el recubrimiento comestible a base de mucílago de chía y aceite esencial de naranja.</p>

Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

## 7.1. Antecedentes

- Alex Villagómez Melo (2012) en “*Estudio del efecto del glicerol y del aceite esencial de anís en un recubrimiento comestible, sobre el tiempo de vida útil del babaco (carica pentágona)*” Realizado en la Universidad Técnica de Ambato de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de Alimentos.

Menciona que: Este estudio se basa en el uso del glicerol y aceite esencial de anís en un recubrimiento comestible, para extender el tiempo de vida útil del babaco ya que presenta ventajas como un costo exequible para el agricultor y permite que el tiempo de vida útil del babaco sea de 27,95 días (valor determinado de acuerdo al modelo de cinética de primer orden), con lo cual se logra extender la vida del babaco por (27,95–14) 13,95 días. (Alex Villagómez, 2012).

- Marlon Patricio Lara (2012) en “*Estudio del uso combinado de la radiación uv-c y almacenamiento refrigerado sobre el tiempo de vida útil de la naranjilla (Solanas quitoense Lam.)*” Realizado en la Universidad Técnica Equinoccial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería.

Menciona que: Este estudio se pasa en la exposición de luz UV-C (8 Kj/m<sup>2</sup> y 12,5 Kj/m<sup>2</sup>) en naranjilla como tratamiento pos cosecha, en combinación con almacenamiento a 17°C preservó el fruto por 14 días sin presencia de mohos además que permitió mantener sus características organolépticas y la calidad comercial del fruto por 28 días, en parámetros de color no se evidenciaron cambios significativos a lo largo del almacenamiento. (Lara M., 2012).

- Raúl Castro, Gloria Gonzales (2013) en “*Desarrollo de Evaluación fisicoquímica de la efectividad de un recubrimiento comestible en la conservación de uchuva (pHysalis peruviana l. var. Colombia)*” Realizado en la Fundación Agraria de Colombia de la Facultad de Ingeniería de Alimentos.

Menciona que :Este estudio se base en que los frutos soportan de manera adecuada los diferentes recubrimientos, permaneciendo viables en promedio 33 días y en su mayoría los tratamientos presentaron diferencias significativas comparadas con el control, los cambios de textura valorados como un indicativo de deterioro muestran el efecto favorecedor de los recubrimientos. (Raul Castro, Gloria Gonzáles, 2013).

## 7.2. Marco Teórico

### 7.2.1. Recubrimientos Comestibles

Uno de los factores de preservación en plena investigación, es el de los recubrimientos comestibles. Estos recubrimientos han sido desarrollados con el fin de extender la vida útil de los productos alimenticios o enriquecerlos. Pueden usarse como soporte de agentes antimicrobianos, antioxidantes o nutrientes tales como vitaminas y minerales, como

portadoras de otros aditivos o para enlentecer la migración de humedad y lípidos o el transporte de gases o solutos. El mercado de películas y recubrimientos comestibles ha experimentado un crecimiento considerable en los últimos años y, de la mano ha crecido el conocimiento del tema a través de la investigación y el desarrollo tecnológico. Ellas deben poseer propiedades mecánicas que garanticen la adecuada adhesividad a los alimentos y manipuleo de ellos sin deterioro de las mismas y, además, deben ser totalmente neutras con respecto al color, tacto y olor del alimento (Fonseca M., 2012).

Desde diferentes puntos de vista, la aplicación de películas y recubrimientos comestibles es de gran interés. Primeramente, esta tecnología tiene el potencial de impactar positivamente en una amplia variedad de alimentos, protegiéndolos durante su transporte y almacenamiento, conservando su calidad sensorial, nutricional y microbiológica. Además, desde el punto de vista económico, la elaboración de películas y recubrimientos comestibles es una alternativa visible para proporcionar valor agregado a subproductos de la agricultura y la industria de los alimentos. Asimismo, bajo la perspectiva ecológica, responde a la necesidad de generar tecnologías que disminuyan la cantidad de empaques poliméricos no biodegradables contaminantes para el medio ambiente. Películas y recubrimientos comestibles: Propiedades y aplicaciones en alimentos es una compilación de temas específicos en el área, presentada a través del punto de vista de los principales investigadores iberoamericanos, dando a conocer las bases científicas y tecnológicas de la aplicación de películas y recubrimientos comestibles en alimentos, que servirá como libro de consulta para estudiantes, académicos y procesadores de alimentos (González, Olivas, Martín, & Soliva, 2012).

### **7.2.2. Recubrimientos comestibles a base de biopolímeros y sus propiedades funcionales.**

Las investigaciones realizadas han mostrado que estos recubrimientos no pueden reemplazar los materiales de empaquetamiento tradicionales pues sus propiedades no son equivalentes a las de aquellos. Sin embargo, pueden constituirse en uno de los factores de estrés a aplicar en la preservación de alimentos. Sus atributos funcionales hacen que esto sea posible, ayudando a afrontar los desafíos inherentes a la producción, distribución y almacenamiento de alimentos nutritivos, seguros, de alta calidad, estables y económicos. Pueden desarrollar una función complementaria de barrera por su baja permeabilidad al oxígeno, permitiendo usar envases tradicionales de menor espesor, contribuyendo así a disminuir los problemas ambientales generados por estos últimos (Miramont S., 2012).

Estos recubrimientos pueden:

- Soportar aditivos alimentarios: pueden ser usados para incorporar agentes antimicrobianos, antioxidantes y otros, en localizaciones específicas de los alimentos.
- Así, se puede conseguir exaltar una propiedad funcional en forma localizada sin elevar excesivamente la concentración general del aditivo en el alimento.
- Retardar la migración de humedad: la velocidad de transferencia de humedad entre un alimento y la atmósfera que lo rodea puede ser reducida si el producto

entero es recubierto por una película. Un ejemplo típico es el uso de ceras para recubrir frutas y vegetales

- Retardar la migración de aceites y grasas: películas basadas en polímeros hidrofílicos, son altamente impermeables a grasas y aceites, atributo deseable cuando el alimento está destinado a ser freído en aceite. Algunas películas tienen la capacidad de retardar la absorción del aceite hacia el interior del alimento y, por lo tanto, mejoraría su calidad nutricional y organoléptica.
- Retener compuestos volátiles del flavor: películas basadas en hidrocoloides pueden desarrollar este efecto.
- Retardar el transporte de gases (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>): un modo primario de deterioro de muchos alimentos involucra la oxidación de lípidos, vitaminas, componentes del flavor o pigmentos.
- Retardar el transporte de solutos: las coberturas comestibles pueden mantener una alta concentración de distintos compuestos sobre la superficie del alimento colaborando a su concentración en la interfase de interés. Ello ha servido, por ejemplo, para mantener altas concentraciones de sorbato de potasio en la superficie de alimentos modelo, retardando el crecimiento microbiano.
- También puede utilizarse esta propiedad para minimizar la difusión de solutos hacia el interior del alimento, en la deshidratación osmótica.
- Mejorar las propiedades mecánicas frente al manipuleo e impartir integridad estructural adicional a los alimentos: el refuerzo de la estructura por una película comestible podría mejorar la integridad durante el procesamiento, almacenamiento y/o distribución.
- En general, se requiere la neutralidad de los mismos, o sea que su aplicación no modifique el sabor, olor y otras características organolépticas del alimento (Miramont S., 2012).

### **7.2.2.1. Importancia y funciones**

Según (Bósquez E., 2013) “Las películas o recubrimientos comestibles pueden cumplir muchos de los requisitos involucrados en la comercialización de alimentos entre los que destacan el valor nutricional, la sanidad, alta calidad, estabilidad y economía, al realizar una o más de las funciones indicadas.”

Pueden emplearse como barrera a gases y vapor de agua, para este propósito se aplican sobre la superficie del alimento como es el caso en el recubrimiento de frutas y hortalizas frescas, en donde la función primordial es la de restringir la pérdida de humedad de la fruta hacia el ambiente y reducir la absorción de oxígeno por la fruta para disminuir la tasa de la actividad respiratoria. Una de las ventajas de esta tecnología es el hecho de que estos materiales pueden servir como vehículos de otros ingredientes con un propósito específico diferente, así por ejemplo, se han incorporado en las formulaciones agentes antimicrobianos, saborizantes, antioxidantes y pigmentos. También pueden mejorar las propiedades de manejo-mecánico o integridad estructural de un producto alimentario, como sucede en productos compuestos de muchas partículas discretas. (Bósquez E., 2013).

**Tabla 2:** Usos Posibles de Películas Comestibles y Recubrimientos

<b>FUNCIÓN/APLICACIÓN</b>	<b>TIPO ADECUADO DE PELÍCULA</b>
<b>Retardar migración de humedad</b>	Lípido, compuesto
<b>Retardar migración de gas</b>	Hidrocoloide, lípido, o compuesto
<b>Retardar migración de aceite y grasa</b>	Hidrocoloide
<b>Retardar migración de soluto</b>	Hidrocoloide, lípido, o compuesto
<b>Mejorar la integridad estructural o propiedades de manejo</b>	Hidrocoloide, lípido, o compuesto
<b>Retener compuestos volátiles del sabor</b>	Hidrocoloide, lípido, o compuesto
<b>Vehículos de aditivos alimentarios</b>	Hidrocoloide, lípido, o compuesto

Fuente: (Bósquez E., 2013)

Una de las ventajas de esta tecnología es el hecho de que estos materiales pueden servir como vehículos de otros ingredientes con un propósito específico diferente, así por ejemplo, se han incorporado en las formulaciones agentes antimicrobianos, saborizantes, antioxidantes y pigmentos. También pueden mejorar las propiedades de manejomecánico o integridad estructural de un producto alimentario, como sucede en productos compuestos de muchas partículas discretas. Tal es el caso de la parte de encima de una pizza en donde podría utilizarse una película para mantener sus componentes en su lugar durante la distribución del producto; las cubiertas pueden ofrecer alguna protección física en productos que son susceptibles a daños físicos durante el transporte como en frutas y hortalizas frescas. (Bósquez E., 2013).

#### **7.2.2.2. Propiedades de los recubrimientos comestibles**

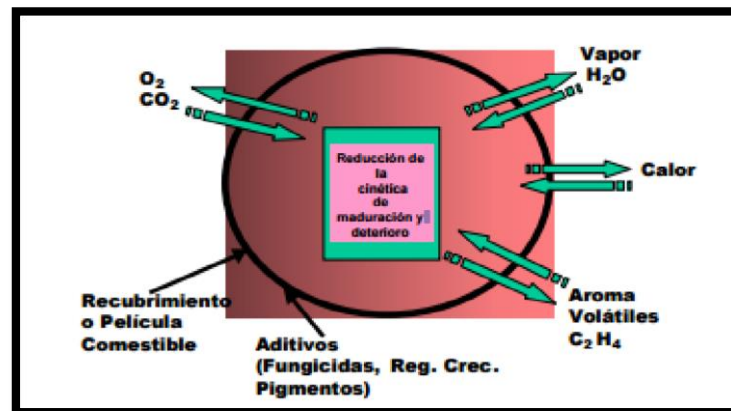
Los recubrimientos comestibles deben presentar ciertos requerimientos funcionales que permitan controlar o aminorar las causas de alteración de los alimentos a recubrir. Algunos de estos requerimientos, dependientes de la naturaleza del producto alimenticio al cual se aplica y de su principal mecanismo de deterioro son:

- Propiedades sensoriales: deben ser transparentes, no otorgar sabor y olor diferente al alimento y no ser detectados durante su consumo.
- Propiedades barrera: presentar una adecuada permeabilidad al vapor de agua y solutos y una permeabilidad selectiva a gases y volátiles.
- Deben estar libres de tóxicos y ser seguros para la salud.
- Deben requerir una tecnología simple para su elaboración.
- Las materias primas y el coste de producción del recubrimiento deben ser de bajo costo.

Para que los recubrimientos comestibles sean funcionales y por tanto, óptimos, se deberá otorgar una especial importancia a la selección de los materiales que los forman, ya que sus propiedades están fuertemente afectadas por la naturaleza de sus componentes, composición y estructura final (Pastor C., 2014).

### 7.2.2.3. Funciones selectiva de las películas y recubrimientos comestibles

Figura 1. Recubrimientos comestibles



Fuente: (Bósquez E., 2013).

Es claro que las películas y recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas frescas proporcionan el mismo efecto de una atmósfera modificada, por lo que en muchos casos no son exitosas, y de hecho la calidad del producto vegetal se puede empeorar; de aquí que, el éxito de los recubrimientos comestibles para productos frescos, dependerá del adecuado control que ejerzan en la composición gaseosa interna. (Bósquez E., 2013).

### 7.2.2.4. Aplicación de los recubrimientos comestibles a frutas y hortalizas

La aplicación de recubrimientos comestibles supone una alternativa de futuro para la conservación de la calidad de frutas y hortalizas. Su aplicación permite alargar la vida útil durante el almacenamiento al reducir las pérdidas de humedad y ralentizar la maduración de los frutos, ya que actúan como barrera al intercambio gaseoso.

También se utilizan para mejorar su integridad mecánica o su protección frente a la manipulación posterior y para aportar brillo a la fruta, confiriéndole un aspecto más apetecible en el punto de venta. Los recubrimientos más comunes son aquellos que se aplican a las frutas para sustituir la cera natural que se ha eliminado durante el lavado y cepillado de las mismas, procesos realizados con el fin de eliminar el polvo, la suciedad, las esporas de hongos y los pesticidas usados en el campo (Pastor C., 2014).

(Pastor C., 2014) Afirma: “En la mayoría de los casos se consigue una reducción importante en la pérdida de peso de las muestras recubiertas, un mejor mantenimiento de vitaminas antocianos y en general, una vida útil mayor. En la tabla 5 se muestran algunos

de los recubrimientos comerciales que se aplican a frutas y hortalizas frescas y enteras. Cabe destacar el uso de derivados de celulosa y ésteres de sacarosa que han sido incorporados en la mayoría de las formulaciones comerciales.”

**Tabla 3:** Algunos de los recubrimientos comerciales que se aplican en frutas y hortalizas frescas y enteras

<b>Recubrimiento</b>	<b>Composición</b>	<b>Frutas y Hortalizas (Aplicación)</b>
<b>Nature Seal® 1000</b>	Celulosa	Banana, mango, tomate, papaya (Spray)
<b>Nature Shine 9000</b>	Ceras naturales	Cítricos, mango, Manzana (Pulverización)
<b>Food Coat</b>	Ácidos grasos y polisacáridos	Cereza
<b>Pro-Long</b>	Sucroésteres de ácidos grasos y CMC	Banana, manzana, mango, patata, tomate (Inmersión)
<b>Semperfreh™</b>	Ésteres de sacarosa, mono y diglicéridos, sal sódica de CMC y caseinato cálcico	Banana, calabacín, cereza, cítricos, manzana (Cepillo, inmersión)
<b>Tropical Fruit Coating 213</b>	Cera carnauba y ácidos grasos	Mango (Esponja)

Fuente: (Pastor C., 2014).

Por otra parte, los recubrimientos comestibles también pueden ser utilizados como vehículo para la incorporación de aditivos con el fin de modificar las condiciones superficiales del alimento y añadir otras funcionalidades al film resultante. Entre los aditivos comúnmente utilizados se encuentran: antioxidantes, antimicrobianos, vitaminas, colorantes, saborizantes o la inclusión de microorganismos para un control biológico. En ese sentido, observaron una disminución del pardeamiento enzimático y del crecimiento microbiano en peras cortadas recubiertas con films a base de polisacáridos y agentes antipardeantes. El efecto de films compuestos de HPMC-lípido y aditivos antifúngicos sobre naranjas y obtuvieron una reducción significativa de *Penicillium digitatum* e *italicum*. Utilizaron recubrimientos a base de quitosano para reducir el deterioro microbiológico y alargar la vida útil de fresas. Una aplicación potencial de los recubrimientos comestibles es a productos mínimamente procesadas (MP), entendiéndose por producto MP aquel que ha recibido uno o varios tratamientos suaves en su acondicionamiento y preparación para el consumo y que mantiene una apariencia y calidad próximas al producto fresco, donde el hecho diferenciador clave reside en que el tejido permanece vivo. Las frutas y hortalizas MP presentan una vida útil muy corta, entre



5-7 días, debido a limitaciones microbiológicas, sensoriales y nutricionales (Beltran A., 2015).

(Beltran A., 2015) Determina: “Las investigaciones que se están desarrollando actualmente se centran en incluir en las formulaciones la utilización de conservantes para retardar el crecimiento de levaduras, mohos, y bacterias durante su almacenamiento y distribución, contribuyendo así a aumentar su vida útil.”

### **7.3. Recubrimientos comestibles bioactivos con incorporación de antimicrobianos naturales.**

Como se ha comentado anteriormente, la funcionalidad de los recubrimientos comestibles puede ser mejorada incorporando por ejemplo, agentes antimicrobianos. Una de las tendencias actuales en la industria alimentaria, como respuesta a la demanda de consumidores cada vez más concienciados por la salud y el medio ambiente, consiste en sustituir los aditivos químicos por sustancias naturales, especialmente si se usan para la conservación de alimentos. Por ello, el desarrollo de films comestibles bioactivos a partir de compuestos naturales (polímeros, antimicrobianos o antioxidantes o cualquier otro tipo de compuesto) ha recibido recientemente un interés creciente (Pastor C., 2014).

#### **Procedimientos de obtención de recubrimientos a base de biopolímeros**

Algunas técnicas de aplicación para la obtención de recubrimientos, se detallan a continuación. (Miramont S., 2012).

- **Inmersión:** utilizado especialmente en alimentos de forma irregular que requieren una cobertura uniforme. Luego de la inmersión, el material excedente se deja drenar del producto y, finalmente, se seca o se deja solidificar (lípidos).
- **Aplicación por atomización (spraying):** se puede lograr un espesor más delgado y uniforme que con la técnica anterior. Por otro lado, es más adecuado para productos que necesiten ser recubiertos sólo en una de sus caras o en uno de sus lados.
- **Otros:** las coberturas en forma líquida pueden aplicarse con pinceles, cepillos, rodillos, o directamente vertidos sobre la superficie del alimento. En todos los casos se requiere de aplicadores adecuados.
- En el caso de desear obtener un recubrimiento autosoportado o película, por ejemplo, para fines de caracterización o envoltura de un alimento, existen tres técnicas principales informadas en bibliografía:
- **Casteo (casting):** es simple, permite controlar el espesor del film, ya que se utilizan superficies planas.

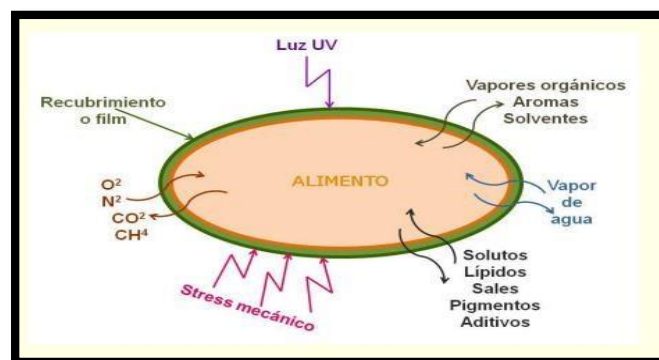
Pueden emplearse esparcidores de la solución de origen, o directamente volcarse la porción del sistema de origen en el molde. Involucra una etapa de secado que permite eliminar el exceso de solvente.

- **Prensado:** se coloca la suspensión entre dos placas y mediante una prensa se le aplica una dada presión en caliente. Luego se deja enfriar y secar retirando la placa superior.
- **Laminado:** se genera la película en forma de lámina en una calandra. Muchos biopolímeros han sido usados para formular películas y recubrimientos comestibles, por ejemplo, polisacáridos, proteínas, lípidos o sus mezclas.

Las ceras y aceites (ejemplo: parafina, cera de abejas) son usadas como recubrimientos sobre naranjas, limones, manzanas, peras; ellas crean una barrera realmente eficiente al agua y pueden prevenir la pérdida de peso. Los polisacáridos usados en películas o recubrimientos incluyen, por ejemplo, la celulosa y sus derivados, el almidón, las pectinas y gomas. Han sido usadas proteínas provenientes de origen vegetal y animal, incluyendo gluten de trigo, proteína de soja, zeína y proteína de la leche. Los lípidos y sus derivados son principalmente usados en películas o recubrimientos para mejorar sus propiedades de barrera a la humedad. (Miramont S., 2012).

Actualmente el uso de películas comestibles se ha extendido a muchos alimentos: productos cárnicos, pescados y carne aviar tanto frescos como congelados, frutas y hortalizas enteras o en trozos, quesos, platos preparados entre otros. Esto se debe al desarrollo de formulaciones innovadoras respecto a los biopolímeros utilizados para su composición. Según el tipo de biopolímeros (proteínas, polisacáridos, lípidos) que componga la PC o RC sus características y funciones serán diferentes, ya que están ligadas a la composición química y estructural del mencionado biopolímero. ( Parzanese M., s.f.).

**Figura 2.** Películas y Recubrimientos comestibles



Fuente: ( Parzanese M., s.f.).

### 7.3.1.1. Materiales y propiedades

(Bósquez E., 2013) Menciona: “Las películas y recubrimientos comestibles se elaboran con biopolímeros naturales de alto peso molecular que proporcionan una matriz macromolecular con resistencia cohesiva alta. Los tipos de macromoléculas que se emplean para este propósito son hidrocoloides (proteínas, polisacáridos) los cuales debido a su naturaleza hidrofílica, son muy sensibles al agua.”

Los otros componentes mayoritarios en la formulación lo constituyen los lípidos y resinas; pero las formulaciones pueden incluir plastificantes, emulsificantes, agentes de superficie activa (surfactantes), agentes de liberación específica de compuestos, lubricantes, etc., por lo que realmente se trata de formulaciones multicomponentes.

(Bósquez E., 2013).

### **7.3.1.2. Hidrocoloides: Polisacáridos y proteínas**

Los biopolímeros de alto peso molecular y soluble en agua son denominados comúnmente hidrocoloides. Las películas o recubrimientos formulados con hidrocoloides tienen aplicaciones en los casos en los que el control de la migración del vapor de agua no es el objetivo, ya que éstas son excelentes como barrera para la difusión del O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y lípidos. La mayoría de estas películas también tienen propiedades mecánicas y estructurales deseables que las hacen útiles para mejorar la integridad estructural de productos frágiles. Los hidrocoloides utilizados para la elaboración de recubrimientos se clasifican de acuerdo con su composición, carga molecular y solubilidad en agua. (Bósquez E., 2013).

### **7.3.1.3. Lípidos y resinas**

Los recubrimientos a base de estos componentes como ingredientes mayoritarios se elaboran con ceras y aceites como la cera o aceite de parafina, cera de abejas, cera de Carnauba, cera de candelilla, aceite mineral, aceite vegetal, monoglicéridos acetilados, ácido esteárico, ácido láurico, o ésteres de ácidos grasos-sacarosa. Generalmente, estas cubiertas son barreras efectivas contra la humedad, mientras que las que contienen resinas (shellac, resina de madera, etc.) son más permeables al vapor de agua aunque en menor grado que algunos recubrimientos de polisacáridos. (Bósquez E., 2013).

### **7.3.1.4. Multicomponentes**

Con la intención de aprovechar las ventajas de los diferentes componentes, las formulaciones se elaboran combinando los materiales mencionados en diferentes proporciones. En estas cubiertas compuestas, el uso de 2 o más materiales simplemente combinados o laminados permiten mejorar las propiedades de intercambio gaseoso, adherencia y permeabilidad al vapor de agua. Las películas compuestas de quitosano y algunos ácidos grasos de punto de ebullición alto producen una sal de ácido graso-quitosano, en donde la transmisión del agua depende de la hidrofobicidad de la

cadena del ácido graso, encontrándose que con la película de ácido láurico-quitosano se obtiene una estructura única de placas superpuestas que mejoran la propiedad de resistencia al agua de la cubierta, mientras que la tasa de difusión gaseosa no se afecta por la hidrofobicidad de la película. (Bósquez E., 2013).

### 7.3.1.5. Radiación ultravioleta (UV-C)

Actualmente existe un interés particular en el uso de UV-C para tratar tantas frutas, jugos de frutas y vegetales sensibles al tratamiento térmico. Se ha reportado que en frutas, jugos frescos refrigerados y vegetales, el tratamiento UV-C duplica al menos la vida útil de los jugos al mismo tiempo que se conservan el gusto y aromas naturales, el color y otras propiedades de los jugos. Las reacciones más significativas que afectan la supervivencia celular son las que ocurren entre la radiación UV-C y los ácidos nucleicos. La interacción entre la UV-C y el Acido Desoxirribonucleico (ADN) resulta en la formación de fotoproductos, entre ellos, dímeros de pirimidina (timina y citosina). La resistencia de los microorganismos a los tratamientos UV-C está determinada principalmente por su habilidad para reparar el ADN dañado. La irradiación ultravioleta UV-C es una tecnología alternativa a la esterilización química utilizada para reducir el crecimiento de microorganismos en alimentos. (Beltran A., 2015).

**Tabla 4:** Dosis mínimas requeridas para inhibir en 100% a diferentes microorganismos

<b>Microorganismo</b>	<b>Dosis mínima (<math>10^3 \text{ kgf s}^{-2}</math>)</b>	<b>Intervalo germicida Dosis máxima (<math>10^3 \text{ kgf s}^{-2}</math>)</b>
<b>Alga</b>	0,220	4,200
<b>Bacteria (vegetativa)</b>	0,025	0,264
<b>Bacterias (esporas)</b>	0,220	0,462
<b>Hongos</b>	0,110	3,300
<b>Virus</b>	0,045	4,400
<b>Levaduras</b>	0,066	0,176

**Fuente:** (Beltran A., 2015).

### 7.3.1.6. El futuro de los recubrimientos comestibles

(Pastor C., 2014) Afirma: “En el futuro, la aplicación de recubrimientos comestibles será uno de los métodos más efectivos para alargar la vida útil de las frutas y hortalizas. En la

actualidad aunque la aplicación de la tecnología no está muy extendida, se espera que se extienda a toda clase de productos, tanto frescos como tratados (secos, rehidratados, etc.). Su aplicación permitirá, en algunos casos, la eliminación de los envases tradicionales y por tanto, mejorará el impacto medioambiental al generar menos materiales de deshecho. La tendencia se centrará en el desarrollo de recubrimientos con componentes bioactivos que permitan alargar la vida útil y mejorar la calidad de los productos.”

Estos recubrimientos podrían actuar ralentizando la degradación de los compuestos funcionales tales como, vitaminas, enzimas pro o prebióticos en la matriz del alimento a través del tiempo. Inicialmente, estos compuestos actuarían en la superficie del producto pero a medida que transcurriera el tiempo entrarían en la matriz del producto por difusión. Teniendo en cuenta las preferencias de los consumidores por productos frescos y sin aditivos, estos componentes bioactivos deberán ser preferiblemente componentes naturales (Pastor C., 2014).

### **7.3.2. Naranja**

La naranja (*Citrus sínensis*) es el más importante de los cítricos comerciales que se producen en el mundo. Por sus características nutricionales ayuda al fortalecimiento de las defensas del organismo, debido a su contenido en vitaminas C, complejo B y E, sales minerales, ácidos orgánicos y pectina, compontes que fortalecen a la circulación y propiedades anticancerígenas del estómago. Su origen se estima hace 2.200 años a.C en el sudeste asiático y en América Latina fueron introducidos por Colón, que trajo las primeras semillas a la isla de Santo Domingo (1493), y de ello hasta ahora han sufrido numerosas modificaciones debidas a la selección natural y las hibridaciones tanto naturales como producidas por el hombre. Es en California de los Estados Unidos (1834), donde se inician las primeras plantaciones de las naranjas dulces por iniciativa de Louis Vigner, posteriormente (1923) aparecen los primeros zumos de cítricos enlatados, para los años 30, tras el desarrollo de la pasteurización relámpago o pasteurización flash el público empezó a considerar el zumo de las frutas cítricas como fuente significativa de vitamina C y comenzaron a desarrollarse como productos de gran consumo. Actualmente dentro de la categoría de las naranjas, la más apreciada es la naranja dulce (*Citrus sínensis*), de la variedad Valencia que es la más comercializada por su larga temporada de producción, adaptación a diversas condiciones ambientales, por su buen color y sabor dulce. Con los avances tecnológicos y la evolución de los estilos de vida y gustos de los consumidores incentivan el desarrollo de nuevos productos y métodos de procesado de cítricos, aprovechando no únicamente el jugo, sino también los residuos para la obtención de aceites esenciales, fibra dietética y pectinas (Chimborazo M., 2011).

#### **7.3.2.1. Características botánicas.**

La especie de los cítricos de importancia comercial ordenadas según su importancia general por grupos de especies similares se destacan a continuación (Chimborazo M., 2011).

- ✓ **Reino:** Vegetal
- ✓ **Orden:** Geraniales
- ✓ **Clase:** Dicotyledoneae
- ✓ **División:** EmbryopHyta
- ✓ **Familia:** Rutaceae
- ✓ **Tribu:** Citreae
- ✓ **Género:** Citrus L.
- ✓ **Especie:** Citrus sinensis (L) Osbck – Naranja dulce
- ✓ **Variedades:** Naranjas común, sucreña, sanguina o pigmentada y navel.

Las partes por las que está formado el árbol de naranja se definen a continuación:

- a) Raíces.-** es un eje vertical con numerosas raíces secundarias con un color externo blancuzco con tendencia al pardo y se desarrolla en forma vertical. En condiciones normales de clima y terreno, la semilla empieza a germinar de 10 a 15 días.
- b) Tallo.-** presenta un tronco corto, con una altura de 6 – 10 metros, ramas poca vigorosas (casi tocan el suelo), con hojas libo grandes, alas pequeñas y espinas no muy acusadas.
- c) Flores.-** ligeramente aromáticas, solas o agrupadas con o sin hojas, los brotes con hojas (campaneros) son los que mayor cuajado o mejores frutas dan.
- d) Fruto.-** consta de: exocarpo o flavedo que contiene aceites esenciales, mesocarpo o albedo de color blanco y endocarpo o pulpa que presenta tricomas con jugo.

#### 7.3.2.2. Característica del fruto

(Chimborazo M., 2011) Menciona: “El tamaño del fruto va de medio a grande, es redondo y ligeramente alargada, con su corteza bien coloreada, bastante delgada y lisa, aunque a veces algo rugosa, de igual manera la pulpa tiene buen color con un alto contenido de zumo de atractivo color y sabor, en ocasiones ligeramente ácido.”

En sí, la estructura del fruto de la naranja está conformada por: exocarpio o flavedo es la parte exterior de la fruta que contiene las sustancias responsables del color exterior y glándulas oleíferas con sesquiterpenos que protegen a la fruta de los insectos y microorganismos; el mesocarpio o albedo que es blanco esponjoso y bajo ello se encuentran los gajos de fruta, separadas por un tejido membranoso que es el endocarpio; cada gajo contiene numerosas vesículas de forma alargada que están unidas al corazón o centro de la fruta y llenas de vacuolas de jugo, hidratos de carbono, agua procedentes de

la sabia del árbol. Y durante el proceso de maduración las células del jugo permanecen activas por medio del ciclo de Krebs, ácido cítrico que también se acumula en la vacuola de jugo (Chimborazo M., 2011).

### 7.3.2.3. Composición nutricional

**Tabla 5:** Composición de la naranja (cada 100 g de naranja comestible)

<b>Componentes</b>	<b>Según USDA</b>	<b>Según la composición Ecuatoriana</b>
<b>Carbohidratos</b>	8,9 g	17 g
<b>Proteínas</b>	0,94 g	0,9 g
<b>Agua</b>	86,75 g	86,6 g
<b>Fibra alimentaria</b>	2,4 g	2,5 g
<b>Vitamina C</b>	53,2 mg	57 mg
<b>Calcio</b>	40 mg	36 mg
<b>Hierro</b>	0,10 mg	0,6 mg
<b>Fosforo</b>	14 mg	23 mg

**Fuente:** (Bósquez E., 2013).

La naranja es una de las frutas más ricas en nutrientes que existen; es rica en sales minerales y fibra y por su elevado contenido en vitaminas actúa beneficiosamente sobre el organismo, ejemplo, al tener la vitamina P, potenciada por la vitamina C, hace aumentar la resistencia vascular y la permeabilidad de los capilares, resultando excelente para prevenir las cada vez más numerosas enfermedades cardiovasculares, esta vitamina también C favorece los cambios de vida celular, activando la mayoría de las funciones del organismo y con 100 gramos de pulpa de naranja contienen tan sólo unas 40 calorías (Chimborazo M., 2011).

Según (Chimborazo M., 2011): “La fibra de las frutas se encuentra sobre todo en la piel y en la pulpa. En el caso de la naranja, la piel no se puede consumir y por tanto conviene retirar con cuidado la cáscara para eliminar la menor cantidad posible de piel blanca.”

Esta piel blanquecina que se encuentra entre la pulpa y la cáscara concentra la mayor parte de la fibra de esta fruta; si en lugar de tomar la fruta fresca se prepara en zumo, además de la piel que no se aprovecha, la pulpa queda en el exprimidor y se obtiene una bebida prácticamente sin fibra. Comparando entre una opción y otra la cantidad de fibra, la naranja fresca aporta unos 2,5 %, mientras que el vaso de zumo menos de 1,5 % (Chimborazo M., 2011).

#### 7.2.3.4. Aceite esencial de naranja

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles. Generalmente destilables por arrastre con vapor de agua. Que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas y son muy importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), de alimentos (condimentos, colorantes, antioxidantes, conservantes y saborizantes) (Astudillo S., 2014).

Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes que pueden ser:

- Compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, Cetonas, ésteres y ácidos).
- Mono terpenos
- Sesquiterpenos □ Fenilpropanos.

En su gran mayoría son de olor agradable, aunque existen algunos de olor relativamente desagradable como por ejemplo los del ajo y la cebolla que contienen compuestos azufrados. Dentro de las aplicaciones alimentarias de los aceites esenciales, son utilizados en la elaboración de productos dietéticos, como aromatizantes en licorería y para preparar dietas para la nutrición animal. En la industria farmacéutica para la preparación de extractos, medicamentos, herboristería, artículos homeopáticos y farmacia veterinaria (Astudillo S., 2014).

#### 7.2.3.5. Clasificación de los aceites esenciales

Los aceites esenciales se clasifican con base en diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios. De acuerdo con su consistencia, los aceites esenciales se clasifican en: esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas. Las Esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente. Los Bálsamos son de consistencia más espesa, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización. Son ejemplos: el bálsamo de copaiba, el bálsamo del Perú, Benjuí, bálsamo de Tolú, Estoraque. Etc. Las Oleorresinas tienen el aroma de las plantas en forma concentrada y son típicamente líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas (caucho, gutapercha, Chicle, balata, oleorresina de paprika, de pimienta negra, de clavero, etc.). De acuerdo a su origen, los aceites esenciales se clasifican como naturales, artificiales y sintéticos, los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo son muy costosas. Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín enriquecidas con linalol, o la esencia de anís enriquecida con anetol. Los aceites esenciales sintéticos como su nombre lo indica son los producidos por la combinación de sus componentes, los cuales son la mayoría de las veces producidos por procesos de síntesis química. (Astudillo S., 2014).



### 7.2.3.6. Propiedades

(Astudillo S., 2014) Menciona: “Las propiedades más importantes de los aceites esenciales son la volatilidad, inestabilidad ante la luz y el oxígeno, ante la presencia de reductores y oxidantes, medios con PH extremos, o trazas de metales que pueden catalizar reacciones de descomposición. Sufren degradación química en presencia de la luz solar, del aire. Del calor, de ácidos y álcalis fuertes.”

Todos los aceites esenciales son antisépticos, pero cada uno tiene sus virtudes específicas. Por ejemplo, pueden ser analgésicos, fungicidas, diuréticos o expectorantes. La reunión de componentes de cada aceite también actúa conjuntamente para dar al aceite una característica dominante. Puede ser como el de manzanilla, refrescante. Como el de pomelo. Estimulante, como el aromático de romero o calmante como el clavo. En el organismo, los aceites esenciales pueden actuar de modo farmacológico, fisiológico y psicológico. Habitualmente producen efectos sobre diversos órganos (especialmente los órganos de los sentidos) y sobre diversas funciones del sistema nervioso. También son utilizados en plantas para alejar a los insectos herbívoros.

El uso principal de los aceites esenciales se da en perfumería. Los fenoles y terpenos de los aceites esenciales, los fabrican las plantas para defenderse de los animales herbívoros. Actúan como mensajeros químicos. Los aceites esenciales se mezclan con los naturales de la piel reforzando la nota de fondo, motivo por el cual, cada piel le confiere a un mismo perfume un aroma particular y diferente (Astudillo S., 2014).

### 7.2.3.7. Propiedades Físicas

- Apariencia (viscosa)
- Color (desde amarillo claro hasta azul oscuro)
- Olor (dulce, ácido, amaderado, fresco)
- Densidad relativa a 20C° (generalmente menor a 1, ejemplo 0.845) (Astudillo S., 2014)

### 7.2.3.8. Propiedades Químicas

- Miscibilidad en etanol
- Índice de acidez
- Índices de saponificación y éster
- Determinación de aldehídos y cetonas
- Formación de fenilhidrazonas

- Técnicas cromatografías: TLC, TLC/AgNO<sub>3</sub>, HRGC, HPLC
- Métodos espectroscópicos: UV, IR, GC-MS, <sup>1</sup>H-,<sup>13</sup>C-NMR (Astudillo S., 2014)

### 7.2.3.9. Función

Un estudio realizado sobre el aceite esencial de la naranja cajera, recuperado de la piel del fruto, el cual es usado en la industria de saborizantes, agentes de limpieza, cosmética y perfumes reporta un mayor rendimiento de aceite mediante la extracción con vapor de agua, especialmente a medida que se aumenta el flujo y la presión. Además, mediante cromatografía de gases, identificaron como principales componentes de los extractos: benzaldehído, terpineno, limoneno, linalol, canfor, acetato de benzilo, nerol, acetato de linalilo y acetato de geranilo. Los aceites esenciales se forman en las partes verdes (con clorofila) del vegetal y al crecer la planta son transportadas a otros tejidos, en concreto a los brotes en flor. Se desconoce la función exacta de un aceite esencial en un vegetal; puede ser para atraer los insectos para la polinización o para repeler a los insectos nocivos, o puede ser simplemente un producto metabólico intermedio (Yanez X, Lugo L & Parada D., 2011).

### 7.3.2.10. Aprovechamiento de residuos agroindustriales

La protección del medio ambiente se ha convertido en un tema prioritario para los sectores gubernamental e industrial, por ello se ha hecho importante lograr un uso racional de los subproductos agroindustriales; este plan puede contribuir a minimizar los gastos que supone la gestión de residuos y también incentivar nuevas fuentes de materias primas para la obtención de productos de alto valor agregado. La pectina es también un producto de amplia demanda mundial por la industria de alimentos, comúnmente se obtiene de residuos de manzana y de cítricos, Las pectinas son uno de los principales constituyentes de la pared celular de los vegetales y forman parte importante de los componentes característicos de los frutos cítricos. Estas macromoléculas son polisacáridos altamente hidrofílicos que pueden absorber agua cien y hasta quinientas veces su propio peso. Es en la actualidad, el insumo más importante utilizado para estabilizar, espesar, corregir la consistencia de geles y mantener la viscosidad en diferentes tipos de productos. Dado el interés de esta investigación, se perfilan las pectinas y los AE como productos derivados de residuos con alto valor por sus propiedades físico-químicas y biológicas, de acuerdo a la necesidad de obtener un material de tipo hidrocólico con capacidad para incorporar y retener AE mediante la formación de películas delgadas con capacidad Antifúngica (Alvarez R., 2012).

### 7.3.3. Fresa

La fresa tiene gran número de especies, por ejemplo antes del descubrimiento de América, en Europa se cultivaban principalmente las especies *Fragaria vesca* *Fragaria alpina*, de

tamaño pequeño, pero de excelente calidad organoléptica. La planta fresa es pequeña, de no más de 50 cm de altura, con numerosas hojas trilobuladas de pecíolos largos, que se originan en una corona o rizoma muy corto, que se encuentra a nivel del suelo y constituye la base de crecimiento de la planta; en ella se encuentran tres tipos de yemas; unas originan los tallos, que crecen junto al tallo principal, otras los estolones, que en contacto con el suelo emiten raíces y forman nuevas plantas, el tercer tipo de yemas forman los racimos florales cuyas flores son hermafroditas y se agrupan en racimos. El fruto, que conocemos como “fresa”, es en realidad un engrosamiento del receptáculo floral, siendo los puntitos que hay sobre ella los auténticos frutos, aquenios de alrededor de 1 mm de diámetro. Es un eterio de color rojo, dulce y aromático, que concentra los nutrientes del tallo floral, que se decolora y adelgaza a medida que el eterio aumenta de tamaño. En comparación con el resto de frutas, la fresa contiene una cantidad moderada de hidratos de carbono y un valor calórico bajo. Destaca su aporte de vitamina C, sustancias de acción antioxidante y un alto contenido de ácidos orgánicos, entre ellos cítrico (de acción desinfectante), málico, oxálico y salicílico (de acción anticoagulante y antiinflamatoria). También es rica en minerales como potasio y magnesio. Su contenido en fibra es moderado. Presenta pigmentos, aceite esencial, vitamina C, taninos y flavonoides (Beltran A., 2015).

**Tabla 6:** Composición de la fresa por 100 g de porción comestible

<b>Agua</b>	<b>80-90%</b>	<b>Tiamina</b>	<b>0.03mg</b>
<b>H. de carbono</b>	5-10%	Riboflavina	0.03mg
<b>Proteína</b>	0.9-0.9%	Niacina	0.6mg
<b>Grasa</b>	0.1-0.4	Hierro	1mg
<b>Ceniza</b>	1-3%	Sodio	1mg
<b>Vitamina A</b>	60UI	Potasio	164mg
<b>Vitamina C</b>	20-70mg	Calcio	21mg
<b>Nº de calorías</b>	37	Fosforo	21mg

Fuente: (Beltran A., 2015).

Respecto a sus propiedades nutritivas, 200 g de fresa cubren la sexta parte de las necesidades de ácido fólico, el doble de las necesarias de vitamina C y el valor añadido de aportar solo 70 calorías. (Beltran A., 2015).

### 7.3.3.1. Clasificación científica

**Figura 3.** Clasificación



**Fuente:** (Beltran A., 2015).

- ✓ **Reino:** Plantae
- ✓ **División:** Magnoliophyta
- ✓ **Clase:** Magnoliopsida
- ✓ **Orden:** Rosales
- ✓ **Familia:** Rosaceae
- ✓ **Subfamilia:** Rosoideae
- ✓ **Tribu:** Potentilleae
- ✓ **Subtribu:** Fragariinae
- ✓ **Género:** Fragaria
- ✓ **Especie:** F. vesca

### 7.3.3.2. Parámetros de calidad de la fresa

La fresa, como cualquier fruto, continúa con un metabolismo activo tras su recolección. Por tratarse de un producto muy perecedero, su calidad y vida útil pueden verse mejoradas por control de los procesos de deterioro e inactivación de procesos fisiológicos, tanto del propio fruto como de los patógenos que pueda contener. Factores tanto intrínsecos como extrínsecos influyen en la extensión de su vida útil. De entre los intrínsecos, la tasa de respiración es el más importante, influenciada por circunstancias como tipo, tamaño, variedad, condiciones de crecimiento, estado de madurez, composición atmosférica y temperatura. Por otro lado, dentro de los extrínsecos se encuentran la temperatura de almacenamiento, la humedad relativa, la carga microbiana inicial, el equipo y material polimérico de envasado, el volumen y área del envase y la luz (Beltran A., 2015).

### 7.3.3.3. Correcto almacenamiento de la fruta

En condiciones de almacenamiento de  $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa de 75%, los recubrimientos comestibles lograron aumentar el tiempo de vida útil de las frutas hasta en 10 días retrasando los cambios de color, de firmeza, la pérdida de humedad y el sabor en comparación con los frutos sin recubrimiento. El almacenamiento en atmósferas controladas o modificadas deberá utilizarse como suplemento de un control adecuado de temperatura y humedad relativa (Jima I., 2015).

El almacenamiento en atmósferas controladas de producto cargado en tarimas, cargas unitarizadas o “palletizadas” es posible utilizando una estructura que evite la fuga de gases. Cualquier número de tarimas puede acomodarse en el interior de una cubierta plástica. Una cubierta de polietileno se coloca sobre la tarima de carga del producto y se sella introduciendo una manguera de hule dentro del recipiente acanalado (Jima I., 2015).

#### **7.3.3.4. Vida útil de la fresa**

La variedad remontante de fresas es la variedad Albión que continúa aumentando en popularidad entre los consumidores, detallistas y agricultores; ha obtenido una buena comercialización en todos los puntos de venta desde finales de mayo en adelante, en el que se incluyeron la cosecha de plantas de primer y de segundo año. Sus buenos rendimientos al ser una fruta de primera calidad, su excelente sabor, sus altos niveles de azúcar y una larga vida útil, son los factores que han contribuido principalmente a hacer de Albión la variedad elegida por muchos. Las principales características que hacen que esta variedad sea preferida por los consumidores son: excepcional calidad organoléptica del fruto y excepcional sabor, rendimientos parecidos a Diamante y un poco menos que aroma, alta resistencia a condiciones meteorológicas adversas y a enfermedades (Asvid Ltda., 2012).

#### **7.3.4. Chía**

La chía es una planta anual de verano perteneciente a la familia Labiatae que comprende aproximadamente 512 especies (Ayerza 1995; Hernández, 1994). Empezó a usarse en la alimentación humana hace unos 3500 años A.C. en la época prehispánica. Las semillas y harina de chía fueron muy apreciadas ya que se empleaban en la preparación de alimentos, pinturas y medicinas. Las mismas que se usaban como ofrendas a los dioses en ceremonias religiosas, razón por la cual poco a poco se consideró un cultivo sacrílego y fue desapareciendo (Cardenas M., 2016).

**Figura 4.** Semilla de Chía



**Fuente:** (Cardenas M., 2016).

La chía es una fuente potencial de nutrientes y su cultivo está en un continuo aumento. Es importante señalar que las semillas de chía contienen mayor cantidad de proteínas que la quinua (14 %) y el amaranto (16 %), con un 29 %. Las semillas de chía al igual que la torta que queda como desecho después de la extracción del aceite, contiene altos niveles de proteína lo que la convierte en un cereal completo para la alimentación tanto para animales como para humanos (Cardenas M., 2016).

#### **7.3.4.1. Recubrimiento de Chía**

Con la intención de prolongar la vida de anaquel de los alimentos, científicos del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos (DCTA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Saltillo, Coahuila; desarrollaron un recubrimiento natural comestible a partir del mucilago de la semilla de chía que permite prolongar la vida de anaquel de diversos tipos de alimentos. La chía es una semilla que cuenta con una serie de propiedades beneficiosas para la salud, tiene un elevado contenido de proteína y aceite en comparación con otras semillas, su aporte de ácido linolénico omega 3 es elevado, así como sus propiedades antioxidantes, fibra soluble y dietética, además de minerales como calcio, potasio, hierro, magnesio y zinc, entre otros (Hernandez V., 2017).

#### **7.3.4.2. Mucílago de chía**

Un componente de la chía que ha recibido menor atención es la fibra soluble, sin embargo, la FAO, describió a la chía como una fuente potencial de goma, debido a sus excepcionales propiedades mucilaginosas a baja concentración en soluciones acuosas. La composición del polímero de chía, determinado a través de hidrólisis ácida, tiene los sacáridos xilosa, ácido glucurónico y glucosa, y con un peso molecular entre 0.8 a  $2 \times 10^6$  Da también se ha propuesto una estructura del biopolímero (Guadalupe J., 2013). El biopolímero de chía se encuentra localizado en estructuras celulares en las tres primeras capas que cubren a la semilla, en presencia de agua, el biopolímero se hidrata formando filamentos, los cuales cubren toda la semilla, para formar una cápsula transparente. Un estudio detallado sobre la composición de la chía producida en México reporta un contenido de fibra soluble del 6%, la cual está relacionada con el mucilago que cubre a la semilla de chía, sin embargo otros autores reportan que el contenido de mucilago en harina de semilla de chía, desgrasada, entre 3-15%. El proceso de extracción del mucilago en

semilla de chía, involucra etapas de extracción acuosa, pero no se ha reportado el efecto de la temperatura y relación semilla-agua, un estudio previo, reporta que la semilla de chía en exceso de agua, relación chía: agua 1:100, obtiene su máxima absorción de agua a los 30 minutos, este mismo estudio reporta que la adsorción máxima de agua fue de 26 g agua/ g chía. El objetivo del este trabajo fue evaluar el efecto de la temperatura (25-70 °C) y la relación chía: agua (1:50) sobre el rendimiento de extracción del biopolímero (Guadalupe J., 2013).

#### 7.3.4.3. Películas a base de mucílago de chía

El término chía, se refiere a un pequeño grupo de plantas anuales pertenecientes a la familia Lameacea o Labiatae, las cuales tienen características nutrimentales importantes, pues contienen una gran cantidad de compuestos con potente actividad antioxidante, la semilla de chía (*Salvia hispánica*) es una excelente fuente de proteína (18-20%), minerales y vitamina B, considerada como una buena fuente de fibra, tanto soluble como insoluble. El mucílago obtenido de la semilla es una potencial fuente de hidrocoloides con diferentes propiedades funcionales atractivas para la industria, tales como; gran capacidad de retención de agua, emulsificantes, espesante, estabilizante en la formación de espumas, altamente soluble en agua fría y/o caliente. El mucílago de *Salvia hispánica* además puede ser incorporado en diferentes alimentos y formulaciones, tiene la capacidad de formar películas comestibles en combinación con proteínas mejorando las propiedades mecánicas y funcionales de las mismas.

**Tabla 7:** Composición de Mucílago de Chía

<b>COMPOSICIÓN DE MONOSACÁRIDOS -MUCILAGO DE CHIA</b>	
<b>D-xilosa+Dmanosa,</b>	16,78±0,59%
<b>D-arabinosa,</b>	2,11±0,18%
<b>D-glucosa</b>	6,77±0,30%
<b>ácido galacturónico</b>	3,9±0,32%
<b>ácido glucurónico</b>	12,1±2,30%
<b>% de azúcares totales.</b>	41,66%

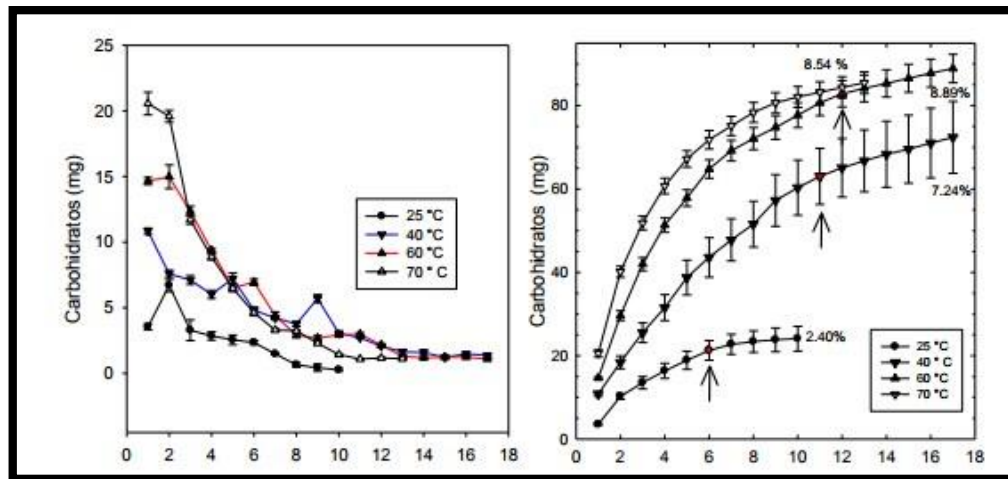
Fuente. (Astudillo S., 2014)

#### 7.3.4.4. Metodología de extracción

A 1 g de chía (base seca), se le agregó agua destilada, se dejó reposar por 30 min, posteriormente se remueve el agua de la muestra por filtración, dejando escurrir por 10 min, usando una malla número 40, el proceso se realizó sin agitación. Se utilizó una relación chía: agua de 1:50, con la finalidad de reducir el consumo de agua, en relación a

un reporte previo, en el sobrenadante se cuantificó carbohidratos por el método de carbohidratos totales. El proceso de extracción, sólido-líquido, se repitió hasta que la prueba de carbohidratos totales indique una absorbancia aproximada de 0.05, el comportamiento típico de la disminución de la concentración de carbohidratos totales durante las etapas de extracción acuosa, en todos los casos analizados, se presenta un decaimiento exponencial de la cantidad de biopolímero extraída. La cantidad máxima de biopolímero, que es posible extraer por etapa de extracción, en todos los casos, se encuentra en la etapa 1, a 70 °C se presentan los valores de extracción más altos (20 mg) con respecto a las otras temperaturas ( $p < 0.05$ ). La cantidad de biopolímero que es posible extraer incrementa con la temperatura (25-70 °C), sin embargo, las temperaturas 60 y 70 °C proporcionan valores similares de cantidad extraíble de biopolímero (Guadalupe J., 2013).

**Figura 5.** Proceso de Extracción



Fuente: (Guadalupe J., 2013)

### 7.3. Marco Conceptual

- **Adhesividad.** - Es la propiedad de la materia por la cual se unen y plasman dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto, y se mantienen juntas por fuerzas intermoleculares.
- **Aditivos.** – Son sustancias que intencionadamente se añaden a los alimentos para conservarlos evitando su deterioro, y también para colorearlos, darles sabor y mantener o mejorar su estructura.
- **Agentes Microbianos.** - Los microorganismos como bacterias, mico plasma y virus son capaces de desencadenar la autoinmunidad.
- **Análisis Físico químico.** Es el conjunto de técnicas y procedimientos empleados en muchos campos de la ciencia para identificar y cuantificar la composición química de una sustancia mediante diferentes métodos.



- **Análisis Sensorial.** – Es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos. Dicho de otro modo, es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima.
- **Antimicrobiano.** - Sustancia que elimina microorganismos o inhibe su crecimiento, tales como bacterias, hongos o parásitos
- **Antioxidante.** - Es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras células. La oxidación es una reacción química de transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante.
- **Biopolímeros.** – Son polímeros que están presentes o son creados por organismos vivos, estos incluyen polímeros a partir de recursos renovables que se pueden polimerizar para crear bioplásticos, los cuales son biodegradables.
- **Bromatología.** – Estudio de los alimentos, de su composición, de sus propiedades, del proceso de fabricación y de almacenamiento y de sus ingredientes.
- **Chía.** - Planta anual, de cerca de 1.5 m de altura, de tallo veloso, cuadrangular y acanalado, de hojas opuestas, con bordes aserrados; sus flores son azules, en forma de espiga.
- **Deterioro.** – Consiste en todos aquellos cambios de origen biótico o abiótico que hacen que el alimento no sea adecuado para el consumo.
- **Emulsificante.** - Es una sustancia que facilita la mezcla o la homogenización de dos sustancias que normalmente son poco miscibles o difíciles de mezclar.
- **Filtración.** - Proceso unitario de separación de sólidos en una suspensión a través de un medio mecánico poroso, también llamados tamiz, criba, cedazo o filtro.
- **Grados Brix.** - Unidad capaz de determinar el cociente total de azúcares disueltas en un líquido.
- **Madurez.** - Estado de un fruto que ha alcanzado un desarrollo completo.
- **Mucílago.** – Sustancia orgánica de textura viscosa, semejante a la goma, que contienen algunos vegetales.
- **Película Comestible.** – Actúa como barrera selectiva contra gases y humedad.
- **pH.**- Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución, indica la concentración de iones hidrógeno presentes en determinadas disoluciones
- **Permeabilidad.** – Cantidad de una sustancia (en masa, m, o volumen, V) que atraviesa una película de espesor por una unidad de superficie, por unidad de tiempo y por unidad de diferencia de concentración.
- **Tiempo de Vida Útil.** – Es el periodo que transcurre desde su producción a su caducidad, es decir es la fecha límite hasta la cual podemos consumir un alimento sin que haya perdido sus propiedades.

## 8. VALIDACION DE LAS PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS

**H<sub>0</sub>** = Las concentraciones de mucílago de chía y aceite esencial de naranja en el recubrimiento comestible no influyen sobre la prolongación del tiempo de vida útil de las frutillas.

**H1** = Las concentraciones de mucílago de chía y aceite esencial de naranja en el recubrimiento comestible si influyen sobre la prolongación del tiempo de vida útil de las frutillas.

## 9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 9.1. Metodología

#### 9.1.1. Ubicación de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Salache, en relación a la Universidad Técnica de Cotopaxi en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales en el laboratorio de Análisis de Alimentos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

#### 9.1.2. Métodos utilizados

Para el trabajo de investigación fue requerido el uso de varios métodos y/o procedimientos para que sea conducido a la ampliación de conocimientos. Es por ello que se llevó a cabo una investigación implementando acciones y procedimientos metódicos.

- **Deductivo.** - Es el método que permite pasar de afirmaciones de carácter general a hechos particulares siendo necesario para poder comprobar las hipótesis con base en el material empírico obtenido a través de la práctica. Este método se utilizó una vez desarrollado el recubrimiento, comprobando así las hipótesis planteadas anteriormente.
- **Inductivo.** - Este método permite alcanzar conclusiones generales partiendo de hipótesis o antecedentes en particular. Este método se aplicó para generalizar los gustos y preferencias que determino la elección del mejor tratamiento del recubrimiento comestible natural.
- **Matemático.** - Este método permite realizar cálculos y operaciones matemáticas. Este método fue empleado para la realización del cálculo de costos de producción para el mejor tratamiento y presupuesto del proyecto.
- **Estadístico.** -Este método permite la tabulación y manejo de información en la investigación. Este método fue utilizado para tabular toda la información obtenida a partir de las encuestas para su análisis y la aplicación de gráficos de los atributos evaluados y su comparación respectiva.
- **Experimental.** - Es un tipo de método de investigación, el cual nos permite controlar deliberadamente las variables para delimitar relaciones entre ellas, está

basado en la metodología científica. Este método se utilizó para determinar el mejor tratamiento del recubrimiento.

### 9.1.3. Tipo de investigación

Durante el desarrollo de la parte investigativa se utilizaron las siguientes investigaciones las cuales permitieron recolectar información para el desarrollo del proyecto.

- **Bibliográfica.** - Este tipo de investigación proporciona el conocimiento de las investigaciones ya existentes, de un modo sistemático. Esta investigación fue documentada de acuerdo a las investigaciones referentes a recubrimientos comestibles empleados para prolongar la vida útil de las frutas, por lo que toda la información científica fue extraída de libros, tesis y artículos científicos. Los resultados de esta investigación servirán como fuente de información para posibles investigaciones futuras.
- **Experimental.** - Este tipo de investigación se basa en la manipulación de variables en condiciones altamente controladas. Esta investigación se utilizó para determinar el mejor tratamiento se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar en arreglo factorial de 2\*2 con dos repeticiones, con lo que se determinó el mejor tratamiento al t4 (a2b2) es decir 70% mucílago de chíá ,20% aceite esencial de naranja 10% sol. Agua y gelatina.

### 9.1.4. Técnicas de investigación

- **Entrevista.** - Esta técnica consiste en la conversación o conferencia que sostienen dos o más personas que se encuentran en el rol de entrevistador y entrevistado con la finalidad de obtener el primero determinada información sobre un asunto o tema que pueda proporcionarle el segundo. Se entrevistó a docentes de la carrera de Ingeniería agroindustrial sobre el desarrollo de un recubrimiento comestible natural aplicado en frutilla, lo que permitió el desarrollo de la investigación.
- **Muestreo.** - Esta técnica consiste en la selección de un conjunto de personas o cosas que se consideran representativos del grupo al que pertenecen, con la finalidad de estudiar o determinar las características del grupo. Durante la investigación esta técnica permitió determinar el número de encuestas a realizar para el análisis sensorial de la frutilla con el recubrimiento comestible.
- **Encuesta.** - Esta técnica consiste en Serie de preguntas que se hace a muchas personas para reunir datos o para detectar la opinión pública sobre un asunto determinado. El uso de esta técnica permitió la adquisición de información de interés sociológico, mediante un cuestionario previamente elaborado, por el cual se puede conocer la opinión y valoración del sujeto a una muestra sobre un asunto dado. De acuerdo a ello esta técnica permitió realizar las evaluaciones organolépticas de las frutillas con recubrimiento comestible a los 20 estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial obteniendo las respuestas de los encuestados que ayudaron con la presente investigación.

- **Observación.** - Técnica que consiste en observar directa y atentamente el fenómeno, hecho o caso para tomar información y registrarla para su posterior análisis e interpretación. Esta técnica dentro de la investigación fue de gran ayuda ya que implicó la observación del desarrollo del recubrimiento comestible y evitar errores durante todo su proceso.

### **9.1.5. Materiales para la elaboración**

#### **9.1.5.1. Materias primas**

- Frutilla
- Chía

#### **9.1.5.2. Insumos**

- Aceite esencial de naranja
- Agua destilada
- Gelatina sin sabor

#### **9.1.5.3. Equipos**

- Balanza electrónica
- Cocina
- pH-metro
- Brixómetro

#### **9.1.5.4. Materiales de proceso**

- Ollas
- Tamiz
- Cucharas
- Bandeja plástica
- Malla plástica
- Vasos de precipitación
- Fósforos
- Termómetro
- Espátula
- Mandil

- Cofia
- Guantes
- Mascarilla

#### **9.1.5.5. Equipos y suministros de oficina**

- Computadora
- Flash mejor
- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Esferos
- Borrador
- Hojas
- Libretas

## **9.2. Metodología de elaboración**

Descripción del desarrollo de un recubrimiento comestible natural a base de mucílago de chía y aceite esencial de naranja, para prolongar la vida útil de la frutilla.

### **9.2.1. Extracción de mucílago de chía**

#### **9.2.1.1. Recepción**

En la recepción de la chía se trabajó con chía seca y libre de impurezas ya que éstas podrían intervenir en la extracción del mucílago.

#### **9.2.1.2. Pesado**

Se pesó en una balanza analítica 50 gramos de chía seca.

#### **9.2.1.3. Mezcla**

En un recipiente se colocó 1 litro de agua destilada, se adiciono 50 gramos de chía seca y se dejó en reposo.

#### **9.2.1.4. Reposo**

La mezcla de la relación chía/agua mantuvo un reposo de 12 horas.

#### **9.2.1.5. Filtración**

Mediante la utilización de un tamiz se procedió a la extracción del mucilago evitando el paso de la chía obteniendo así una sustancia líquida viscosa.

### **9.2.2. Preparación de solución**

#### **9.2.2.1. Disolución**

Se colocó en un vaso de precipitación 250 mililitros de mucílago de chía y se añadió 20 gotas de aceite esencial de naranja equivalente a 2 mililitros.

#### **9.2.2.2. Homogenización**

Con la utilización de una varilla de agitación se realizó la homogenización de las dos sustancias (mucílago de chía y aceite esencial de naranja).

#### **9.2.2.3. Calentamiento**

Se Llevó la mezcla a calentamiento por 30 minutos, hasta que la mezcla alcance una temperatura de 60 °C grados centígrados.

#### **9.2.2.4. Adición de emulsificante**

Luego que la mezcla alcanzó los 60°C grados centígrados se añadió los 10 mililitros del emulsificante (gelatina sin sabor).

#### **9.2.2.5. Homogenización**

Con una varilla de agitación se realizó la homogenización de las sustancias.

#### **9.2.2.6. Enfriamiento**

Se retiró la mezcla del fuego y se procedió a dejar en reposo hasta que la temperatura del recubrimiento disminuya a 20°C grados centígrados.

#### **9.2.3. Preparación de la frutilla**

##### **9.2.3.1. Recepción**

En esta etapa del proceso se controló aspectos importantes de la materia prima para ser recibida en el lugar de trabajo, controlando los factores como grados brix, pH y ausencia de fisuras o daños.

##### **9.2.3.2. Selección**

Se procedió a seleccionar y desechar aquellas frutillas que presenten golpes, fisuras o daños externos.

##### **9.2.3.3. Lavado**

Las frutillas se sumergieron en agua durante 30 segundos, con la finalidad de retirar impurezas como basura y tierra.

##### **9.2.3.4. Secado**

Las frutillas seleccionadas se colocaron en una malla pastica por un tiempo de 15 minutos a temperatura ambiente, con el fin de que se procedan a secar.

##### **9.2.3.5. Análisis de grados brix y pH**

Mediante la utilización de un brixómetro se procedió al análisis de los grados brix en los que se encontraban las frutillas y mediante la utilización de tiras de pH se procedió a determinar el pH en el que se encontraban las frutillas.

#### **9.2.4. Aplicación de solución**

#### **9.2.4.1. Recepción**

Frutillas seleccionadas y lavadas libres de partículas extrañas.

#### **9.2.4.2. Inmersión**

Se procedió a sumergir las frutillas en la solución a base de mucílago de chía, aceite esencial de naranja y gelatina por un tiempo de 3 segundos, inmediatamente fueron colocadas sobre una malla plástica para eliminar el exceso de la solución presente en la frutilla.

#### **9.2.4.3. Secado**

Se colocó las frutillas con el recubrimiento comestible en un lugar fresco por un tiempo de 20 minutos a temperatura ambiente.

#### **9.2.4.4. Almacenamiento**

Se procedió a almacenar los lotes de las frutillas con el recubrimiento de mucílago de chía y aceite esencial de naranja en un contenedor a 12°C por 12 días donde se realizó análisis de pH, grados brix y acidez titulable en los días 0, 5, 10 y 12.

#### **9.2.5. Análisis físico químicos y microbiológicos**

Se realizaron los análisis físico químicos (pH, grados brix y acidez titulable) de acuerdo a las normas NTE INEN ISO: 2173, 750, 1842 y los análisis microbiológicos (mohos, levaduras, recuento de aerobios mesófilos) fueron desarrollados de acuerdo a la NTE INEN 1529-5, Control microbiológico de los alimentos.

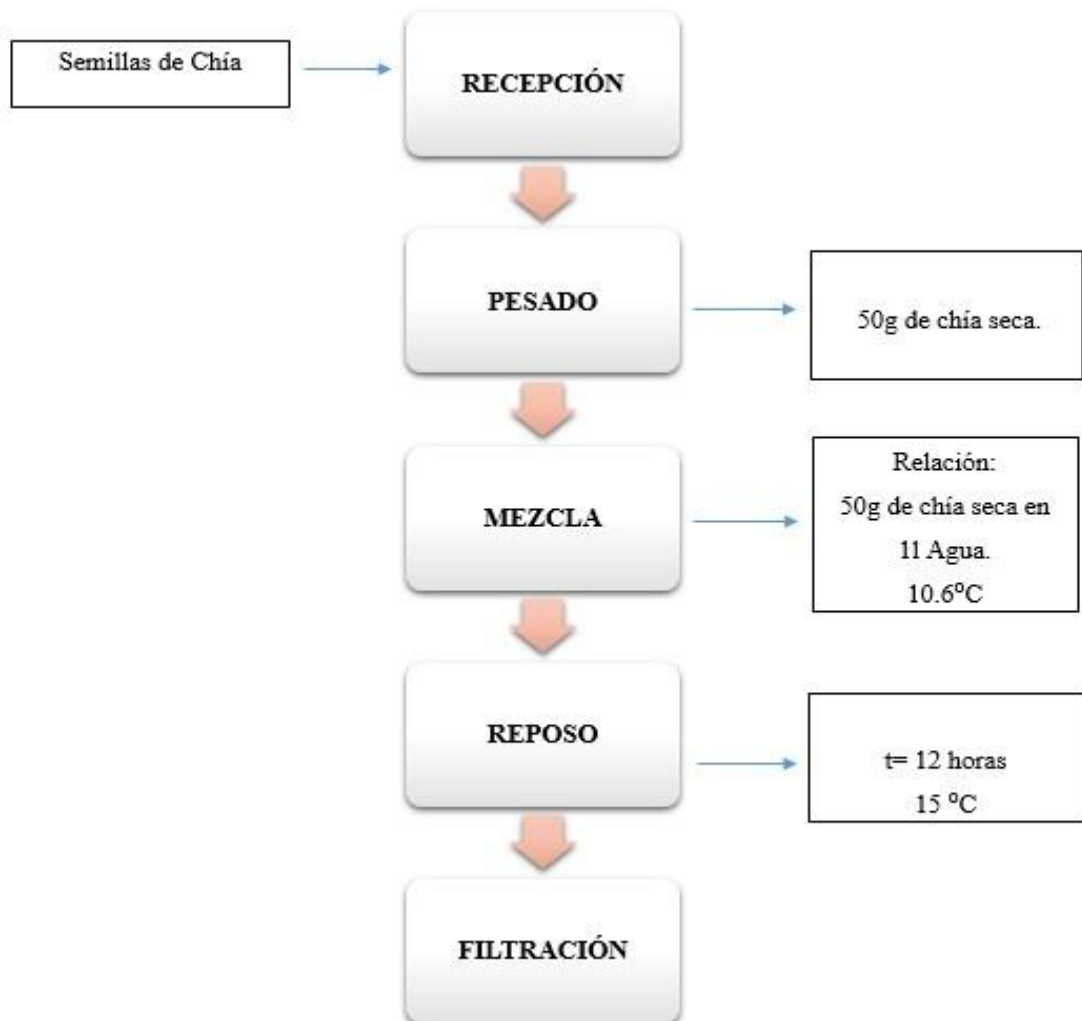




**Figura** Diagrama de bloques

6. para la extracción de mucílago de chía

### EXTRACCIÓN DE MUCÍLAGO DE CHÍA

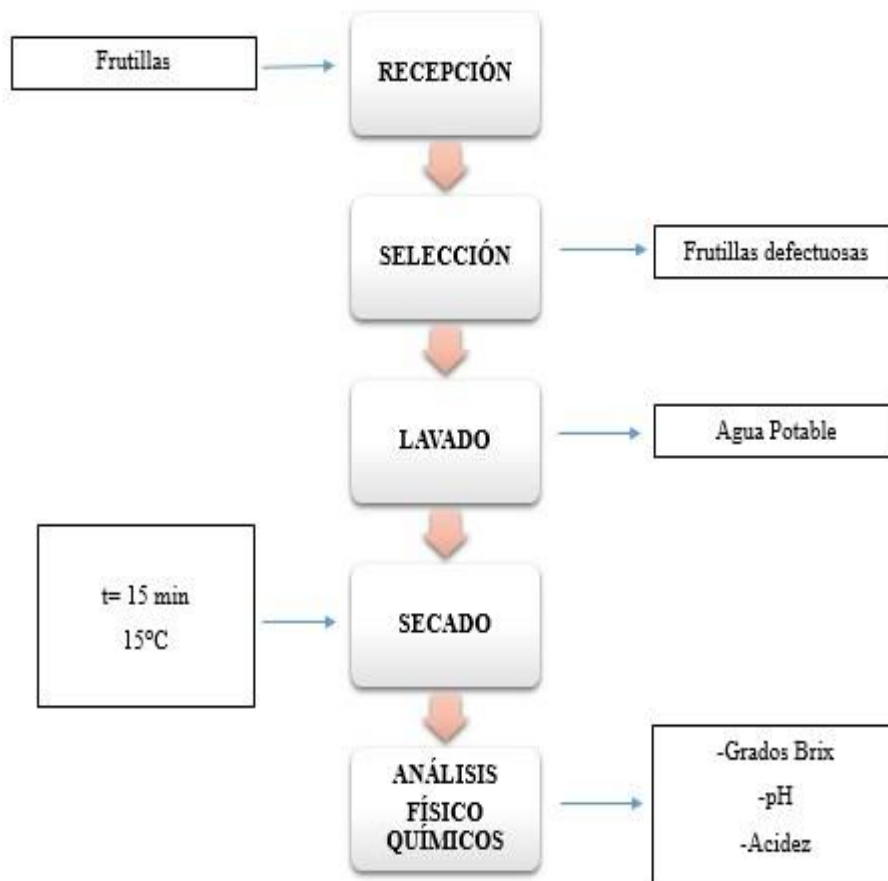


**Fuente:** Robayo. D y Salazar. J, 2018

**Figura** Diagrama de bloques

7. para la selección y lavado de las frutillas

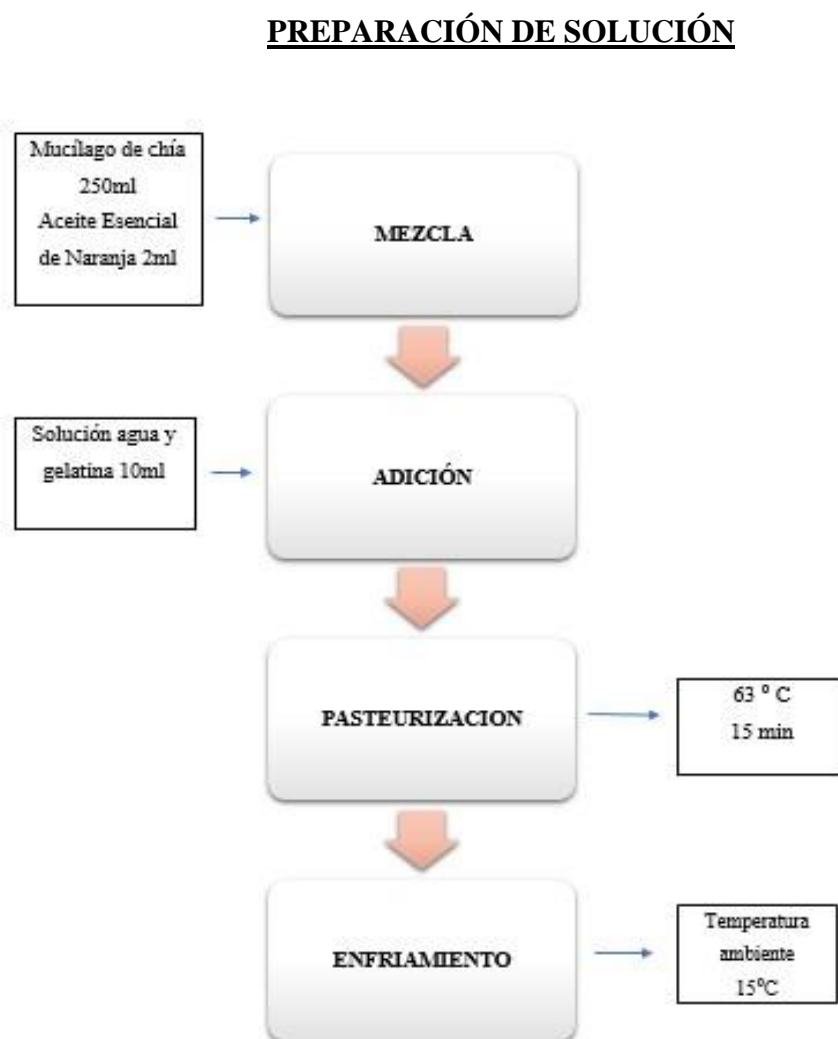
### SELECCIÓN Y LAVADO DE LAS FRUTILLAS



Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

**Figura** Diagrama de bloques

8. para la preparación de solución



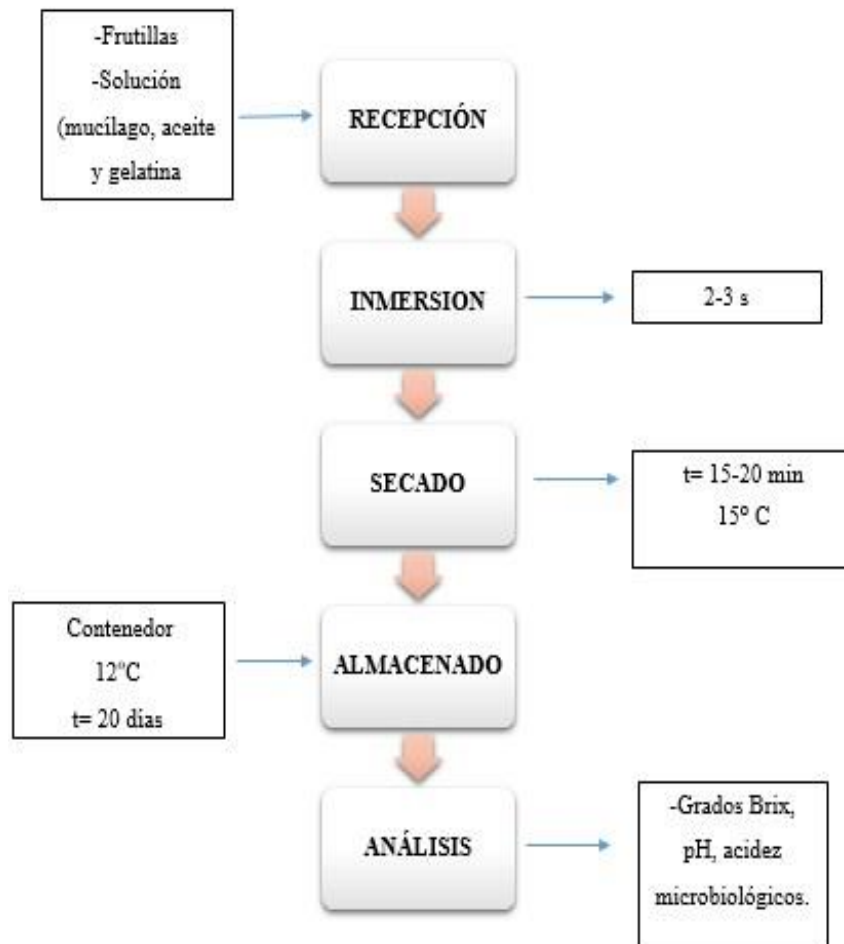
**Elaborado por:** Robayo. D y Salazar. J, 2018

**Figura** Diagrama de bloques

## Figura

9. Diagrama de bloques para la aplicación del recubrimiento comestible

**APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE**



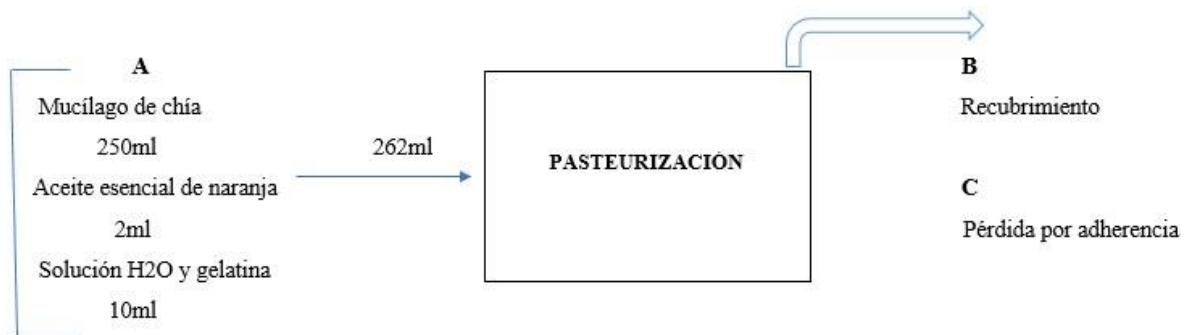
Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

### 9.3. Balance de materia del mejor tratamiento

El balance de materia es un método matemático utilizado principalmente en la Ingeniería. Se basa en la ley de conservación de materia, que establece que la masa de un sistema cerrado permanece siempre constante. La masa que entra en un sistema debe, por lo tanto, salir del sistema o acumularse dentro de él, es decir:

$$\textit{entradas} = \textit{salidas} + \textit{acumulacion}$$

#### Balance de materiales del recubrimiento comestible



#### Balance de materia

$$A = B + C$$

$$262 = 255 + C$$

$$262 - 255 = C$$

$$C = 7 \text{ ml de pérdida por adherencia}$$

#### Rendimiento del recubrimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producto Final}}{\text{Producto Inicial}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{255}{262} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 97.32 \%$$

El objetivo del balance de materiales fue conocer que cantidad de materia prima ingresó al proceso y cuanta cantidad de recubrimiento se perdió durante el proceso, la composición del recubrimiento fue desarrollado a base de mucílago de chíá, aceite esencial de naranja, solución de agua y gelatina, donde se logró identificar la existencia de una pérdida mínima del recubrimiento aproximadamente 7 ml determinado como el 2,68% en pérdida de recubrimiento, debido a la adherencia que presento el recubrimiento al vaso de precipitación por la viscosidad del recubrimiento, obteniendo así un rendimiento de 97.32%.

#### **9.4. Diseño experimental**

La presente investigación se utilizó para el desarrollo de un recubrimiento comestible natural, donde se evaluó las concentraciones de mucílago de chíá y aceite esencial de naranja, utilizando un DBCA con arreglo factorial de A x B con 2 repeticiones.

El objetivo de este diseño que se planteó para el desarrollo de un recubrimiento comestible a base de mucilago de chíá y aceite esencial de naranja para prolongar la vida útil de la frutilla es fijar dos concentraciones de mucilago de chíá y dos concentraciones de aceite esencial de naranja, a partir de esto se obtienen 4 tratamientos de los cuales se eligió el mejor tratamiento.

##### **9.4.1. Diseño Experimental A x B**

Factor de estudio % de Mucílago de chíá y % de Aceite esencial de naranja.

**Factor A:** Cantidad de mucílago de chíá.

A1: 60%

a2: 70%

**Factor B:** Cantidad de aceite esencial de naranja.



B1: 10%

b2: 20%

### 9.4.2. Tratamientos

Se obtuvo 4 tratamientos producto de la combinación de los factores en estudio con 2 réplicas.

**Tabla 8:** Tratamientos

T R A T A M I E N T O S	Repeticiones		Descripción
	a0b0	a0b0	Testigo
a1b1	a1b1	60% mucílago, 10% de aceite esencial de naranja, 30% sol.H <sub>2</sub> O y gelatina.	
a1b2	a1b2	60% mucílago, 20% de aceite esencial de naranja, 20% sol.H <sub>2</sub> O y gelatina.	
a2b1	a2b1	70% mucílago, 10% de aceite esencial de naranja, 20% sol.H <sub>2</sub> O y gelatina.	
a2b2	a2b2	70% mucílago, 20% de aceite esencial de naranja, 10% sol.H <sub>2</sub> O y gelatina.	

Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

### 9.4.3. Marco Muestral

**Tabla 9:** Cuadro del (DBCA)

FUENTE DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD	FÓRMULAS
TRATAMIENTO	3	$(a * b) - 1$
BLOQUES	39	n-1

ERROR	117	T*B
<b>TOTAL</b>	159	E+B+T

Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2017

#### 9.4.4. Análisis Organoléptico

En el análisis organoléptico se aplicó una hoja de catación en la que se determinó los parámetros: calidad visual, color, aroma característico, firmeza, impresión global y sabor característico en la que participaron 20 catadores estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial.

**Figura 10.** Proceso de catación



Fuente: Elaboración propia

## 10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 10.1. Discusión de resultados

Dentro de éstos se detalla el proceso realizado en el laboratorio de análisis de alimentos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en la que se desarrolló un recubrimiento comestible natural a base de mucílago de chía y aceite esencial de

naranja, para prolongar la vida útil de la frutilla, en las que se aplicó las evaluaciones sensoriales a 20 estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial.

Mediante el análisis estadístico se pudo determinar el mejor tratamiento de la investigación y la influencia que tiene en la variación sobre las variables estudiadas, en las que se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) en un arreglo factorial 2\*2 con dos réplicas utilizando el programa estadístico Infostat/L y Excel, detectada la diferencia significativa en los tratamientos se realizó la prueba de TUKEY para factores (A, B), repeticiones e interacciones. Los análisis microbiológicos, físico-químicos, y de vida útil, se realizaron en el laboratorio de análisis de alimentos LACONAL de la Universidad Técnica de Ambato.

## 10.2. Análisis de la varianza(ADEVA)

### 10.2.1. Atributo Calidad visual

**Tabla 10:** Análisis de varianza calidad visual

F.V.	SC	GI	CM	F calculado	F crítico	P-valor
Tratamientos	19,06	4	4,77	30,85	2,47	<0,0001**
Catadores	9,46	19	0,50	3,22	1,73	0,0002
Error	11,74	76	0,15			
Total	40,26	99				
C.V. (%)	9,40%					

Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

C.V. (%): Coeficiente de variación.

De acuerdo a los datos obtenidos en la Tabla 10, en el análisis de varianza del atributo calidad visual de la frutilla se observa que el F calculado es mayor que el F crítico, por esta razón se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, donde nos indica que existen diferencias altamente significativas entre cada uno de los tratamientos en lo que se refiere al atributo calidad visual, para esto es necesario aplicar la prueba de significancia Tukey al 5%. En cuanto a el coeficiente de variación es el análisis de varianza indica que es confiable, esto significa que de 100 observaciones el 9,40% serán diferentes y el 90,60% de observaciones serán confiables, estos valores serán iguales para los tratamientos de acuerdo con la calidad visual de la frutilla, lo que refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control sobre la investigación.

En conclusión, se menciona que las concentraciones de mucílago de chía (60%-70%) y concentraciones de aceite esencial de naranja (10% y 20%), si influye sobre la variable calidad visual en el desarrollo de un recubrimiento comestible a base de mucílago chía y aceite esencial de naranja para prolongar la vida útil de la frutilla, presentando diferencias entre cada uno de los tratamientos de la investigación.

**Tabla 11:** Prueba de Tukey para el atributo calidad visual

Tratamientos	Medias	Grupos homogéneos		
T4 (a2b2)	5,00	A		
T3 (a2b1)	4,20		B	
T2 (a1b2)	4,05		B	C
T5 (a0b0)	9,90		B	C
T1 (a1b1)	3,75			C

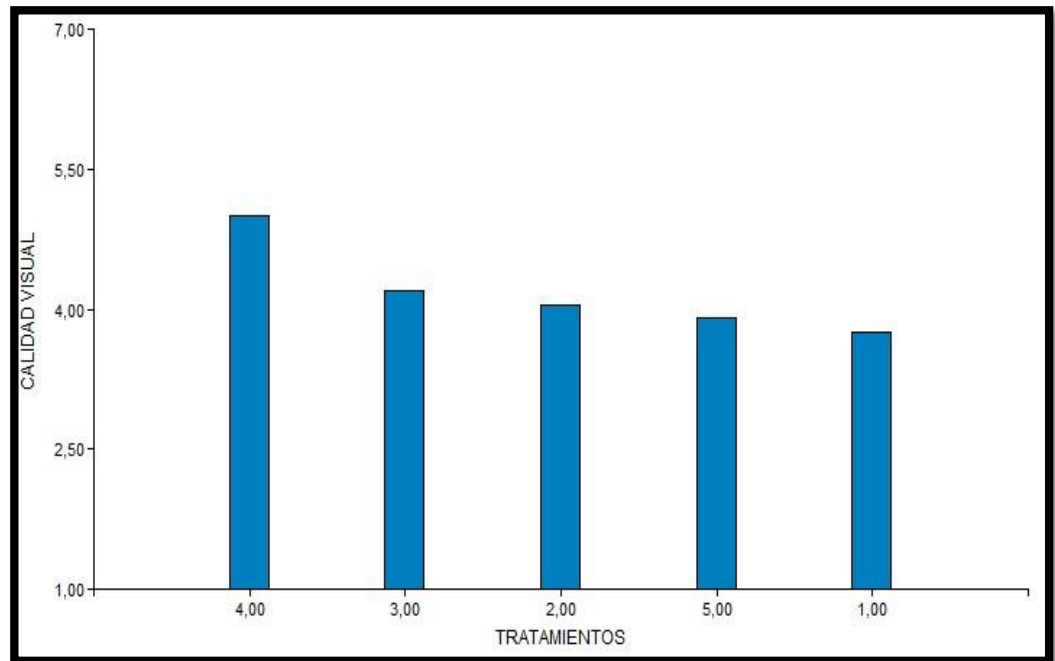
*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** Robayo. D y Salazar. J, 2018

### **Análisis e interpretación**

Con los datos obtenidos en la Tabla 11, se observa que el mejor tratamiento para el atributo calidad visual de la frutilla de acuerdo con la valoración de la encuesta es el T4 (a2b2) que corresponde al recubrimiento comestible elaborado a partir de 70% de mucílago de chía, 20% aceite esencial de naranja ,10% sol.H<sub>2</sub>O y gelatina, este tratamiento pertenece al grupo homogéneo A existiendo significancia entre los tratamientos.

En conclusión, se determina que las diferentes concentraciones de mucílago de chía y aceite esencial de naranja, para el T4 son óptimas para el desarrollo de un recubrimiento comestible para prolongar la vida útil de la frutilla, con una calidad visual aceptable por los evaluadores sensoriales como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados.

**Figura 11.** Comparación de medias del atributo calidad visual

**Elaborado por:** Robayo. D y Salazar. J, 2018

Mediante los datos obtenidos en la Figura 11, se observa el mejor tratamiento que es el T4 (a2b2) con un valor de 5.0 es decir con una calidad visual aceptable en las frutillas de acuerdo a las encuestas realizadas, en el mismo que se puede determinar el mejor tratamiento.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener una calidad visual aceptable, parámetro importante en la calidad y frescura de la frutilla obteniendo así el mejor tratamiento (T4) en el cual se utilizó 70% de mucílago de chíá y 20% de aceite esencial de naranja, 10% sol.H<sub>2</sub>O y gelatina.

### 10.2.2. Atributo Color

**Tabla 12:** Análisis de varianza color

F.V.	SC	Gl	CM	F calculado	F crítico	P-valor
Tratamientos	29,49	4	7,37	179,84	2,47	<0,0001**
Catadores	1,35	19	0,07	1,73	1,73	0,0490
Error	3,11	76	0,04			
Total	33,95	99				
C.V. (%)	4,83%					

**Elaborado por:** Robayo. D y Salazar. J, 2018

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

C.V. (%): Coeficiente de variación.

### Análisis e interpretación

De acuerdo a los datos obtenidos en la Tabla 12, en el análisis de varianza para el atributo color en la frutilla se pudo observar que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, donde nos indica diferencias significativas entre los tratamientos, en lo que se refiere al atributo color, por lo que es necesario aplicar la prueba de significancia Tukey al 5%. El coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 4.83% van a ser diferentes y el 95.17% de observaciones serán confiables, estos serán valores iguales para los tratamientos de acuerdo con el atributo color, por lo cual refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control sobre la investigación.

En conclusión, se menciona que las concentraciones de mucílago de chía (60% - 70%) y concentraciones de aceite esencial de naranja (10% y 20%), si influye sobre la variable color, en el desarrollo de un recubrimiento comestible a base de mucílago de chía y aceite esencial de naranja, presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

**Tabla 13:** Prueba de Tukey para atributo color

Tratamientos	Medias	Grupos homogéneos	
T4 (a2b2)	5,28	A	
T3(a2b1)	4,00		B
T5(a0b0)	3,95		B
T2(a1b2)	3,93		B
T1(a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> )	3,83		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )* **Elaborado**

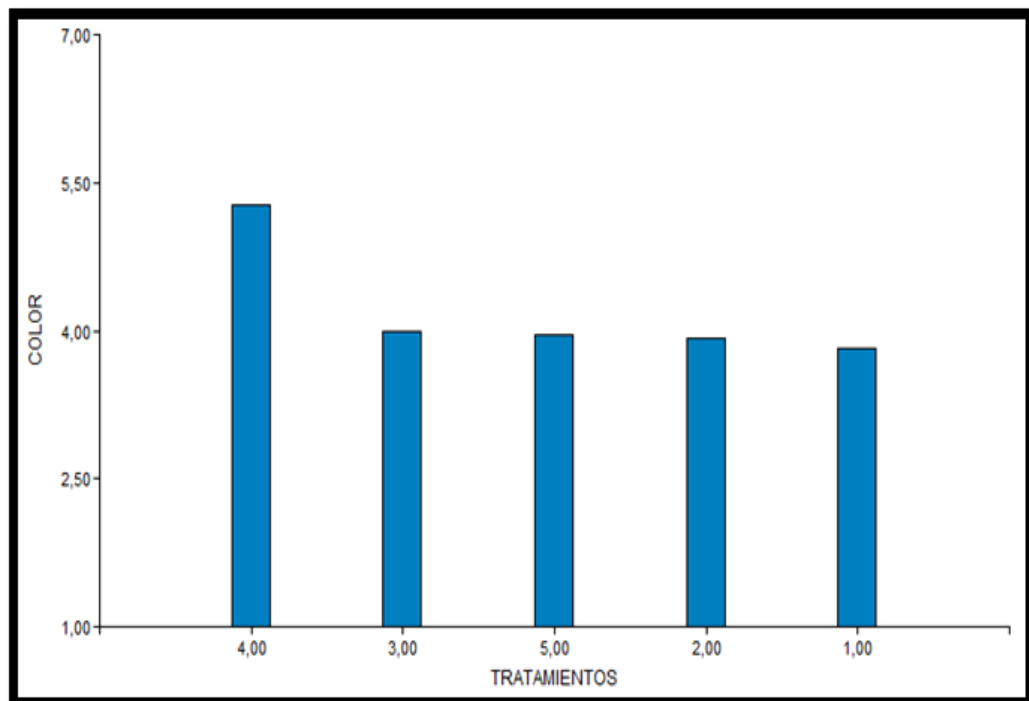
por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

### Análisis e interpretación

Con el resultado obtenido en la Tabla 13, se observa que el mejor tratamiento para el atributo color en la frutilla de acuerdo a la valoración de la encuesta es el T4 (a2b2) que corresponde al recubrimiento comestible elaborado a partir de 70% de mucílago de chía y 20% de aceite esencial de naranja, 10% sol.H<sub>2</sub>O y gelatina, perteneciendo así al grupo homogéneo A existiendo significancia entre los tratamientos.

En conclusión, se determina que las diferentes concentraciones de mucílago de chía y aceite esencial de naranja, para el T4 son óptimas para el desarrollo de un recubrimiento comestible para prolongar la vida útil de la frutilla, con un color agradable aceptado por los evaluadores sensoriales como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados.

**Figura 12.** Comparación de medias del atributo color



**Elaborado por:** Robayo. D y Salazar. J, 2018

Mediante los datos obtenidos en la Figura 12, se aprecia que el mejor tratamiento que es el T4 (a2b2) con un valor de 5.28, con un color agradable de acuerdo a las encuestas realizadas, el mismo que puede determinar el mejor tratamiento.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener un color agradable, parámetro importante en la calidad y frescura de la frutilla obteniendo así el mejor tratamiento (T4) en el cual se utilizó 70% de mucílago de chía y 20% de aceite esencial de naranja, 10% sol.H<sub>2</sub>O y gelatina.

### 10.2.3. Atributo Aroma

**Tabla 14:** Análisis de varianza del aroma

F.V.	SC	GI	CM	F calculado	F crítico	P-valor
Tratamientos	41,83	4	10,46	140,03	2,47	<0,0001**
Catadores	2,75	19	0,14	1,94	1,73	0,0227
Error	5,68	76	0,07			
Total	50,25	99				
C.V. (%)	6,92%					

Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

C.V. (%): Coeficiente de variación.

### Análisis e interpretación

De acuerdo con los datos obtenidos en la Tabla 14, en el análisis de varianza del atributo aroma en la frutilla se observa que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir muestra diferencias significativas entre los tratamientos, en lo que se refiere al atributo aroma en la frutilla por lo que es necesario aplicar la prueba de significación Tukey al 5%. El coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 6.92% van a ser diferentes y el 93.08% de observaciones serán confiables, estos serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo con el aroma, lo que refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control sobre la investigación.

En conclusión, se menciona que las concentraciones de mucílago de chía (60% - 70%) y concentraciones de aceite esencial de naranja (10% y 20%), si influye sobre el variable aroma en el desarrollo de un recubrimiento comestible a base de mucílago de chía y aceite esencial de naranja para prolongar la vida útil de la frutilla, presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

**Tabla 15:** Prueba de Tukey para atributo aroma

Tratamientos	Medias	Grupos homógenos			
T4 (a2b2)	4,95	A			
T3(a2b1)	4,18		B		
T2(a1b2)	3,93			C	



T1(a1b1)	3,75			C	
T5(a0b0)	2,95				D

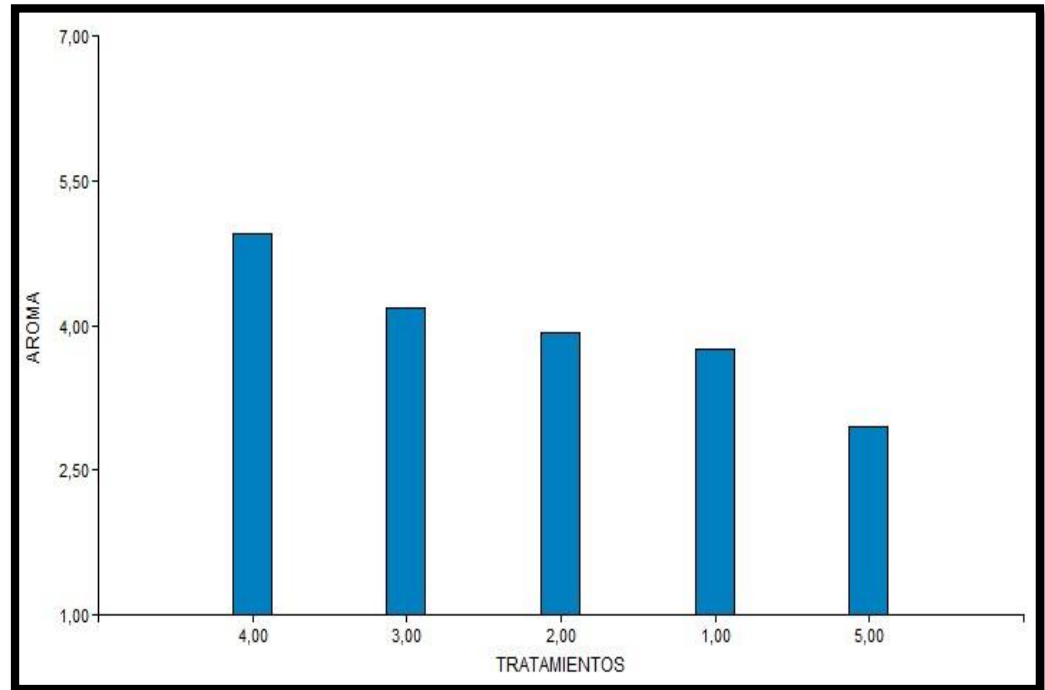
*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** Robayo. D y Salazar. J, 2018

### **Análisis e interpretación de la tabla**

Se concluye que el mejor tratamiento para el atributo de aroma de acuerdo con la valoración en la encuesta es el T4 (a2b2) que corresponde al recubrimiento comestible elaborado a partir de 70% mucílago de chía y 20% aceite esencial de naranja, 10% sol.H<sub>2</sub>O y gelatina, con un aroma agradable perteneciente al grupo homogéneo A.

En conclusión, se determina que las diferentes concentraciones de mucílago de chía y aceite esencial de naranja, para el T4 son óptimas para el desarrollo de un recubrimiento comestible para prolongar la vida útil de la frutilla, con un aroma agradable aceptado por los evaluadores sensoriales como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados.

**Figura 13.** Comparación de medias del atributo aroma

**Elaborado por:** Robayo. D y Salazar. J, 2018

Mediante los datos obtenidos en la Figura 13, se observa el mejor tratamiento es el T4 (a2b2) con un valor de 4.95 es decir con un agradable de acuerdo con las encuestas realizadas.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener un aroma agradable, parámetro importante en la calidad y frescura de la frutilla obteniendo así el mejor tratamiento (T4) en el cual se utilizó 70% de mucílago de chíá y 20% de aceite esencial de naranja, 10% sol.H<sub>2</sub>O y gelatina.

#### 10.2.4. Atributo de Firmeza

**Tabla 16:** Análisis de varianza de la firmeza

F.V.	SC	GI	CM	F calculado	F crítico	P-valor
Tratamientos	25,98	4	6,50	56,01	2,47	<0,0001**
Catadores	1,25	19	0,07	0,57	1,73	0,9187
Error	8,82	76	0,12			
Total	36,05	99				
C.V. (%)	6,75%					

**Elaborado por:** Robayo. D y Salazar. J, 2018

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

C.V. (%): Coeficiente de variación.

## Análisis e interpretación

De acuerdo con los datos obtenidos en la Tabla 16, en el análisis de varianza del atributo firmeza en la frutilla se observa que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, ya que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en lo que se refiere a la firmeza de la fruta por tal razón es necesario aplicar la prueba de significación Tukey al 5%. El coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 6.75 % van a ser diferentes y el 93.25% de observaciones serán confiables, estos serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo al sabor, por lo cual se refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control sobre la investigación.

En conclusión, se menciona que las concentraciones de mucílago de chía (60% - 70%) y concentraciones de aceite esencial de naranja (10% y 20%), si influye sobre el variable aroma en el desarrollo de un recubrimiento comestible a base de mucílago de chía y aceite esencial de naranja para prolongar la vida útil de la frutilla, presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

**Tabla 17:** Prueba Tukey para el atributo textura

Tratamientos	Medias	Grupos homogéneos			
T4 (a2b2)	5,73	A			
T3(a2b1)	5,18		B		
T2 (a1b2)	5,18		B		
T5 (a0b0)	5,00		B		
T1(a <sub>1</sub> b1)	4,15			C	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )* **Elaborado**

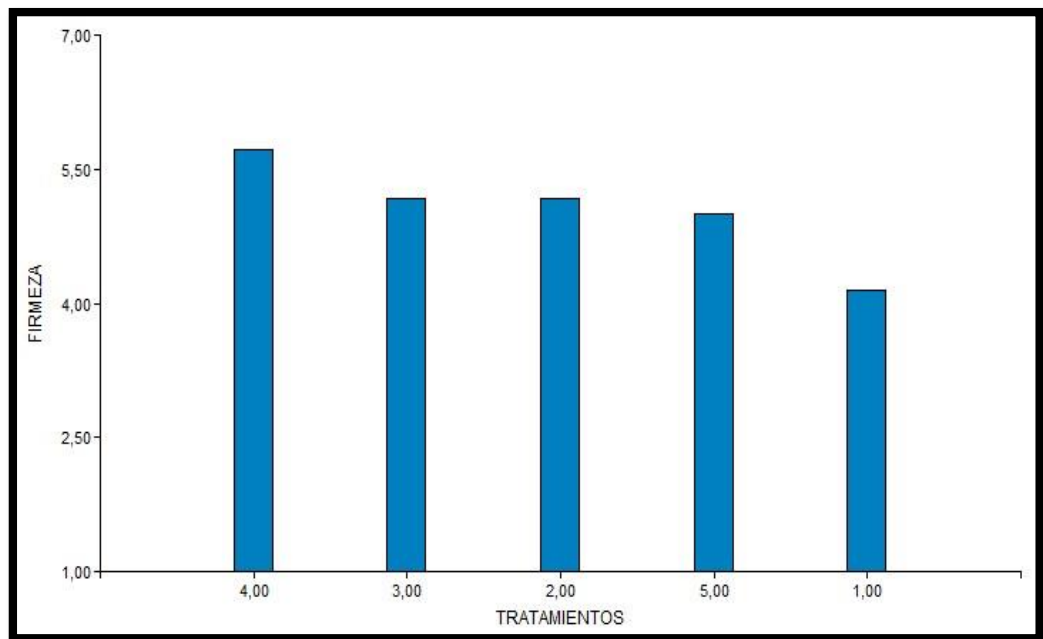
**por:** Robayo. D y Salazar. J, 2018

## Análisis e interpretación

Con el resultado obtenido en la Tabla 17, se observa que el mejor tratamiento para el atributo firmeza de acuerdo a la valoración de la encuesta es el T4 (a2b2) que corresponde al recubrimiento comestible elaborado a partir de 70% de mucílago de chía y 20% aceite esencial de naranja, 10% sol.H<sub>2</sub>O y gelatina, en donde pertenece al grupo homogéneo A, existiendo significancia entre los tratamientos.

En conclusión, se menciona que las concentraciones de mucílago de chía y aceite esencial de naranja para el T4 son aptas para la elaboración de un recubrimiento comestible, con una firmeza aceptable por los evaluadores sensoriales como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados.

**Figura 14.** Comparación de medias del atributo firmeza



Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

Mediante los datos obtenidos en la Figura 14, se observa el mejor tratamiento que es el T5 (a2b2) con un valor de 5.73 es decir con una firmeza agradable de acuerdo a las encuestas realizadas, el mismo que puede determinar el mejor tratamiento.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener una firmeza aceptable, parámetro importante en la calidad y frescura de la frutilla obteniendo así el mejor tratamiento (T4) en el cual se utilizó 70% de mucílago de chía y 20% de aceite esencial de naranja, 10% sol.H<sub>2</sub>O y gelatina.

#### 10.2.5. Atributo Impresión global

**Tabla 18:** Análisis de varianza de impresión global

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F calculado</b>	<b>F crítico</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	28,92	4	7,23	76,43	2,47	<0,0001**
Catadores	1,14	19	0,06	0,60	1,73	0,8943
Error	7,58	76	0,10			
Total	37,64	99				
C.V. (%)	8,02%					

Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

C.V. (%): Coeficiente de variación.

### Análisis e interpretación

De acuerdo con los datos obtenidos en la Tabla 18, en el análisis de varianza del atributo impresión global en la frutilla se observa que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, ya que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en lo que se refiere a la impresión global de la frutilla por tal razón es necesario aplicar la prueba de significación Tukey al 5%. El coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 8.02% van a ser diferentes y el 91.98% de observaciones serán confiables, estos serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo con la impresión global de la frutilla, por lo cual se refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control sobre la investigación.

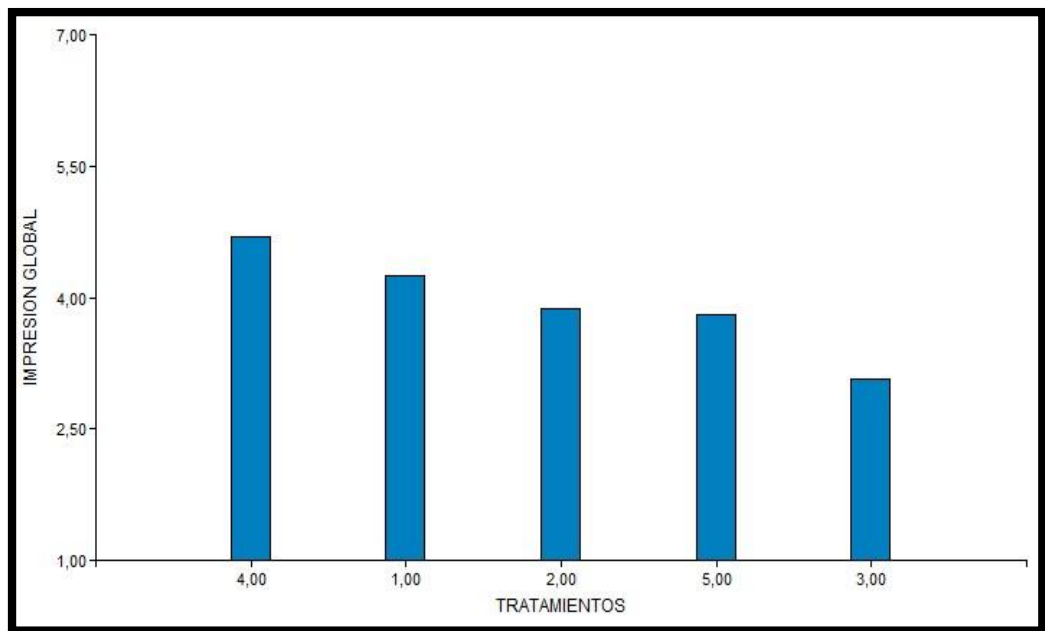
En conclusión, se menciona que las concentraciones de mucílago de chíá (60% - 70%) y concentraciones de aceite esencial de naranja (10% y 20%), si influye sobre la variable aroma en el desarrollo de un recubrimiento comestible a base de mucílago de chíá y aceite esencial de naranja para prolongar la vida útil de la frutilla, presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

**Tabla 19:** Prueba Tukey para el atributo aceptabilidad

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Grupos homogéneos</b>				
T4 (a2b2)	4,70	A				
T1(a1b1)	4,25		B			
T2(a1b2)	3,88			C		
T5(a0b0)	3,80			C		

T3(a2b1)	3,08				D	
----------	------	--	--	--	---	--

**Figura 15.** Comparación de medias del atributo impresión global



**Elaborado por:** Robayo. D y Salazar. J, 2018

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** Robayo. D y Salazar. J, 2017

### **Análisis e interpretación**

Con el resultado obtenido en la Tabla 19, se observa que el mejor tratamiento para el atributo impresión global de acuerdo a la valoración de la encuesta es el T4 (a2b2) que corresponde al recubrimiento comestible elaborado a partir de 70% de mucílago de chí y 20% de aceite esencial de naranja, 10% sol.H<sub>2</sub>O y gelatina, en donde pertenece al grupo homogéneo A existiendo significancia entre los tratamientos.

En conclusión, se menciona que las concentraciones de mucílago de chí y aceite esencial de naranja para el T4 son aptas para la elaboración de un recubrimiento comestible, con una impresión global aceptable por los evaluadores sensoriales como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados.

Se presencia en la Figura 15, se observa el mejor tratamiento que es el T4 (a2b2) con un valor de 4,70 es decir con una impresión global aceptable de acuerdo a las encuestas realizadas, en el mismo que se puede determinar el mejor tratamiento.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener una impresión global aceptable, parámetro importante en la calidad y frescura de la frutilla obteniendo así el mejor tratamiento

(T4) en el cual se utilizó 70% de mucílago de chía y 20% de aceite esencial de naranja, 10% sol.H<sub>2</sub>O y gelatina.

#### 10.2.6. Atributo Sabor

**Tabla 20:** Análisis de varianza de sabor

F.V.	SC	GI	CM	F calculado	F crítico	P-valor
Tratamientos	26,29	4	6,57	73,66	2,47	<0,0001**
Catadores	1,52	19	0,08	0,90	1,73	0,5874
Error	6,69	75	0,09			
Total	34,51	98				
C.V. (%)	7,60%					

Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

\*: Significativo

\*\* : Altamente significativo

C.V. (%): Coeficiente de variación.

#### Análisis e interpretación

De acuerdo con los datos obtenidos en la Tabla 20, en el análisis de varianza del atributo sabor en la frutilla se observa que el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, ya que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, en lo que se refiere al sabor por lo que es necesario aplicar la prueba de significación Tukey al 5%. El coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones el 7.60 % van a ser diferentes y el 92.40% de observaciones serán confiables, estos serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo con el sabor, por lo cual se refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control sobre la investigación.

En conclusión, se menciona que las concentraciones de mucílago de chía (60% - 70%) y concentraciones de aceite esencial de naranja (10% y 20%), si influye sobre el variable aroma en el desarrollo de un recubrimiento comestible a base de mucílago de chía y aceite esencial de naranja para prolongar la vida útil de la frutilla, presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

**Tabla 21:** Prueba Tukey para el atributo sabor

Tratamientos	Medias	Grupos homogéneos				
T4 (a2b2)	4,66	A				
T3 (a2b1)	4,25		B			
T1 (a1b1)	3,88			C		
T5 (a0b0)	3,80			C		
T2 (a1b2)	3,10				D	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

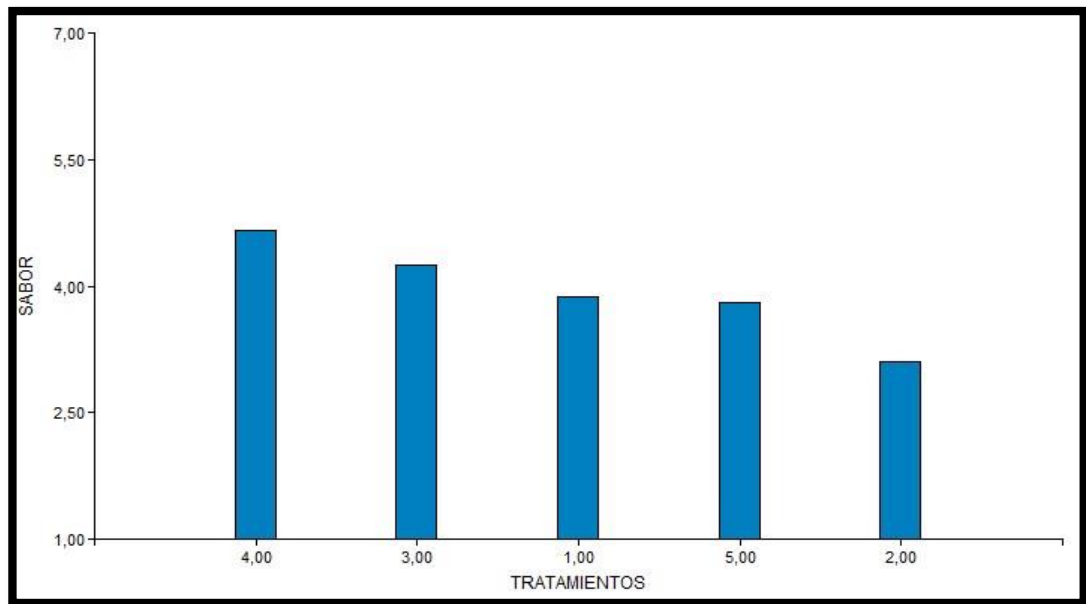
**Elaborado por:** Robayo. D y Salazar. J, 2018

### **Análisis e interpretación**

Con los resultados de la Tabla 21, se observa que el mejor tratamiento para el atributo sabor de acuerdo con la valoración de la encuesta es el T4 (a2b2) que corresponde al recubrimiento comestible elaborado a partir de 70% de mucílago de chía y 20% de aceite esencial de naranja, 10% sol.H<sub>2</sub>O y gelatina, en donde pertenece al grupo homogéneo A existiendo significancia entre los tratamientos.

En conclusión, se menciona que las concentraciones de mucílago de chía y aceite esencial de naranja para el T4 son aptas para la elaboración de un recubrimiento comestible, con un sabor agradable por los evaluadores sensoriales como también es perceptible observar la diferencia entre los tratamientos evaluados.



**Figura 16.** Comparación de medias del atributo sabor

Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

Se presencia en la Figura 16, se observa el mejor tratamiento que es el T4 (a2b2) con un valor de 4,66 es decir con un sabor agradable de acuerdo a las encuestas realizadas, en el mismo que se puede determinar el mejor tratamiento.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener un sabor agradable, parámetro importante en la calidad y frescura de la frutilla obteniendo así el mejor tratamiento (T4) en el cual se utilizó 70% de mucílago de chía y 20% de aceite esencial de naranja, 10% sol.H<sub>2</sub>O y gelatina.

### 10.2.7. Identificación del mejor tratamiento

De acuerdo a los análisis de varianza y medias obtenidas en la presente investigación desarrollo de un recubrimiento comestible a base de mucílago de chía y aceite esencial de naranja para prolongar la vida útil de la frutilla, en dos diferentes concentraciones de mucílago de chía y dos concentraciones de aceite esencial de naranja, procede a la clasificación del mejor tratamiento.

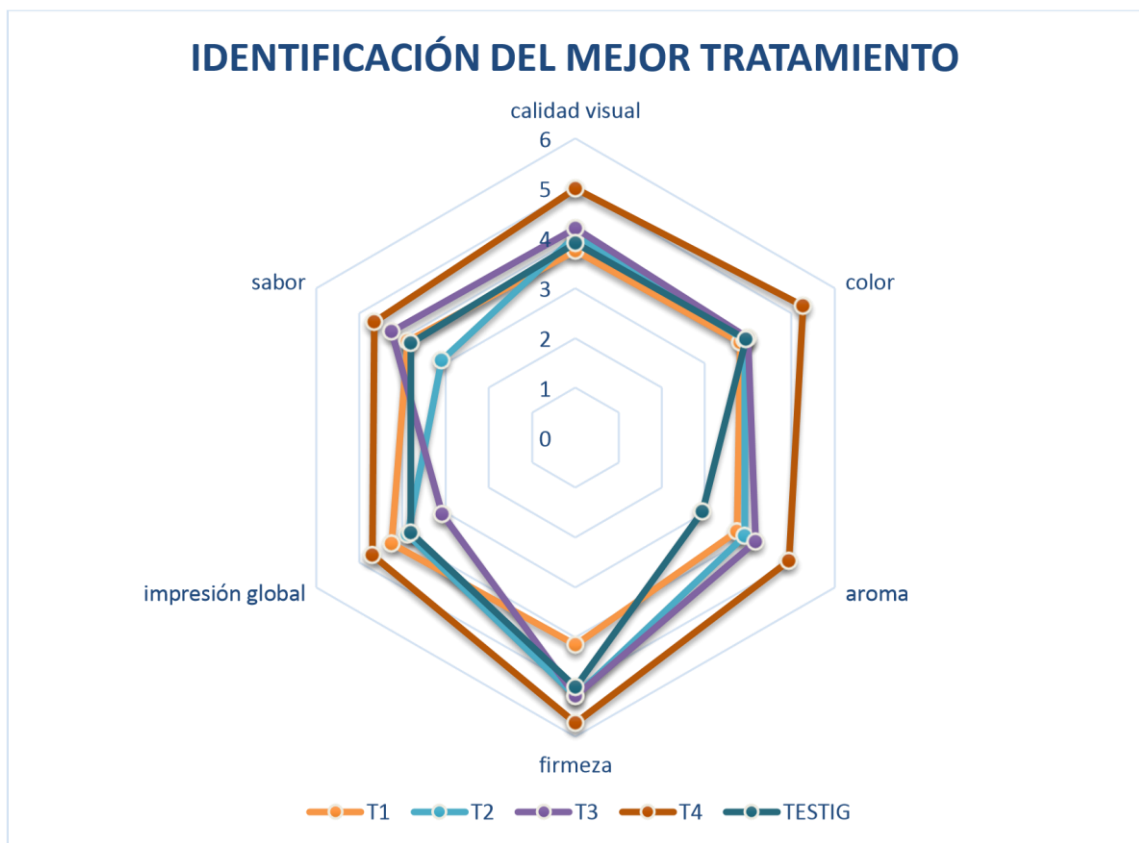
**Tabla 22:** Medias de los tratamientos respecto a cada atributo

ATRIBUTOS	TRATAMIENTOS				

	t1(a1b1)	t2(a1b2)	t3(a2b1)	t4(a2b2)	t5(a0b0)
CALIDAD VISUAL	3,75	4,05	4,20	5,00	3,90
COLOR	3,83	3,93	4,00	5,28	3,95
AROMA	3,75	3,93	4,18	4,95	2,95
FIRMEZA	4,15	5,18	5,18	5,73	5,00
IMPRESIÓN GLOBAL	4,25	3,88	3,08	4,70	3,80
SABOR	3,88	3,10	4,25	4,65	3,80

Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

Figura 17. Promedio de los tratamientos



Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

Mediante los datos obtenidos en la Figura 17, se describe el análisis de las medias para determinar el mejor tratamiento que se obtuvo en el análisis de varianza de las características organolépticas de las frutillas con el recubrimiento comestible a base de mucílago de chíá y aceite esencial de naranja y se determinó que el mejor tratamiento de acuerdo a la valoración de la encuesta es el T4 (a2b2), correspondiente al recubrimiento

comestible elaborado a partir de 70% de mucílago de chía y 20% de aceite esencial de naranja, 10% sol.H<sub>2</sub>O y gelatina.

### 10.2.8. Análisis Peso frutillas

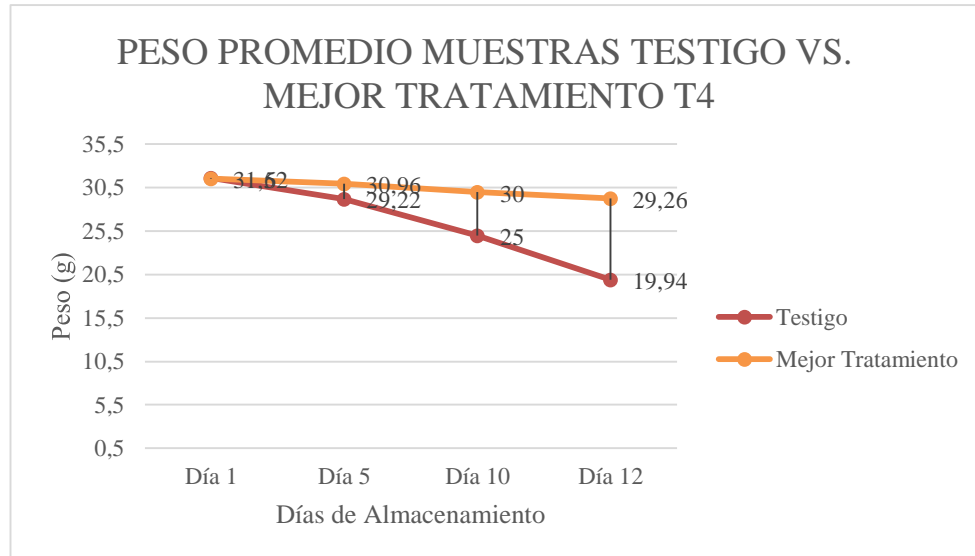
**Tabla 23** : Peso promedio tratamiento testigo vs mejor tratamiento

FRUTILLAS/DÍA	PESO			
	Día #1	Día #5	Día #10	Día #12
<b>TESTIGO</b>	31,62	29,22	25,00	19,94
<b>MEJOR TRATAMIENTO (T4)</b>	31,52	30,96	30	29,26

Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

Pesos promedio de las frutillas del tratamiento testigo (frutillas sin recubrimiento comestible) y pesos promedio de las frutillas del mejor tratamiento T4 (frutillas con recubrimiento comestible 70% mucílago de chía, 20% aceite esencial de naranja y 10% solución agua y gelatina).

**Figura 18.** Peso promedio tratamiento testigo vs mejor tratamiento



**Elaborado por:** Robayo. D y Salazar. J, 2018

### **Análisis e interpretación:**

En cuanto a la Figura 18, se puede observar que la disminución de pesos de las frutillas del tratamiento testigo en comparación de las frutillas con el mejor tratamiento T4 ( 70% mucílago de chíá, 20% aceite esencial de naranja y 10% solución de agua y gelatina), tiene mucha diferencia, ya que las frutillas del tratamiento testigo , del peso total durante el almacenamiento del día 1 al día 12, a una temperatura controlada de 12<sup>0</sup> C, la frutilla pierde aproximadamente un 36.89 % de su peso total, mientras que las frutillas con el mejor tratamiento T4, del peso total durante su almacenamiento del día 1 al día 12, a temperatura controlada de 12°C, pierde un 7.17% de su peso total, lo que nos indica que el recubrimiento retarda la migración de la humedad, en comparación del porcentaje de pérdida de peso del tratamiento testigo el mejor tratamiento T4 con respecto a los días de almacenamiento, y en cuanto a la tasa de respiración y transpiración, esta disminuye la pérdida de peso de las frutillas con el recubrimiento comestible.

### **10.2.9. Análisis sólidos solubles**

**Tabla 24 :** Valores promedio de sólidos solubles tratamiento testigo vs mejor tratamiento

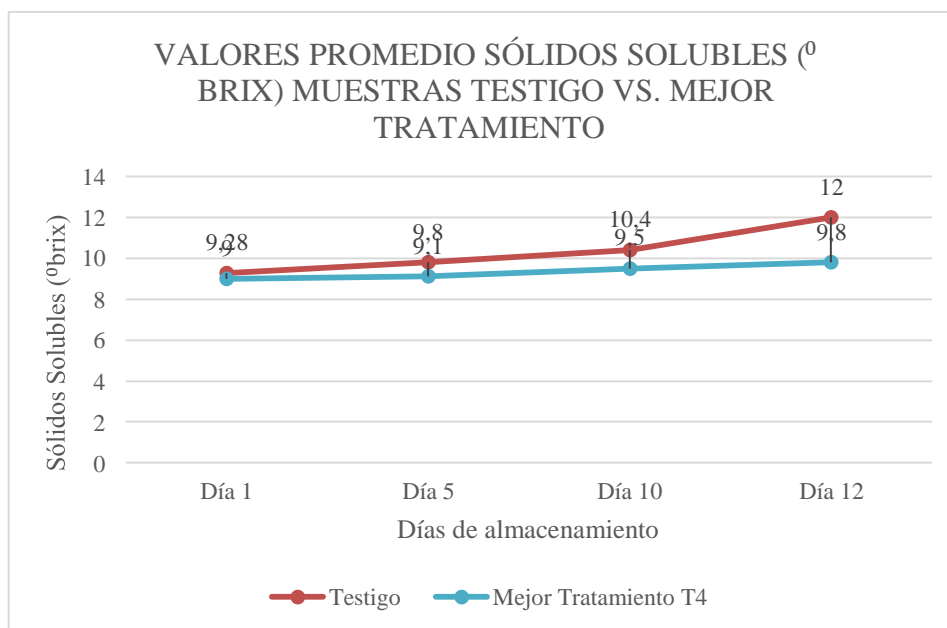
	<b>° BRIX</b>
--	---------------

Frutillas/ Días	Día 1	Día 5	Día 10	Día 12
<b>TESTIGO</b>	9,28	9,8	10,4	12
<b>MEJOR TRATAMIENTO (T4)</b>	9	9,1	9,5	9,8

Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

Valores promedio de sólidos solubles ( $^{\circ}$  brix) de las frutillas del tratamiento testigo (frutillas sin recubrimiento comestible) y valores promedio de sólidos solubles ( $^{\circ}$  brix), de las frutillas del mejor tratamiento T4 (frutillas con recubrimiento comestible 70% mucílago de chíá, 20% aceite esencial de naranja y 10% solución agua y gelatina).

**Figura 19.** Valores promedio de sólidos solubles tratamiento testigo vs mejor tratamiento.



Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

### **Análisis e interpretación:**

La Figura 19 , muestra el incremento del contenido de sólidos solubles (brix) de las frutillas del tratamiento testigo en comparación con las frutillas recubiertas con el mejor tratamiento T4 ( 70% mucílago de chíá, 20% aceite esencial de naranja y 10% solución de agua y gelatina), y se observa que existe cierta diferencia en el incremento del contenido de sólidos solubles en los dos tratamientos, ya que las frutillas del tratamiento testigo , del contenido total de sólidos solubles desde el día 1 al día 12 de almacenamiento a una temperatura controlada de 12<sup>0</sup> C, la frutilla incrementa aproximadamente un 65.51% de su contenido total de sólidos solubles desde el primer día de almacenamiento, mientras que las frutillas con el mejor tratamiento T4, el contenido total de sólidos solubles durante su almacenamiento del día 1 al día 12, a temperatura controlada de 12<sup>0</sup> C, aumenta apenas un 25.26 % del contenido de sólidos solubles totales, durante su periodo de almacenamiento lo que nos demuestra que las frutillas con el recubrimiento comestible en el transcurso de los días van completando su ciclo de maduración lentamente, en sí se puede decir que el recubrimiento evita que a medida que el fruto madure las sustancias pépticas se degraden y ablande el fruto conforme avanza su grado de madurez.

#### 10.2.10. Análisis pH.

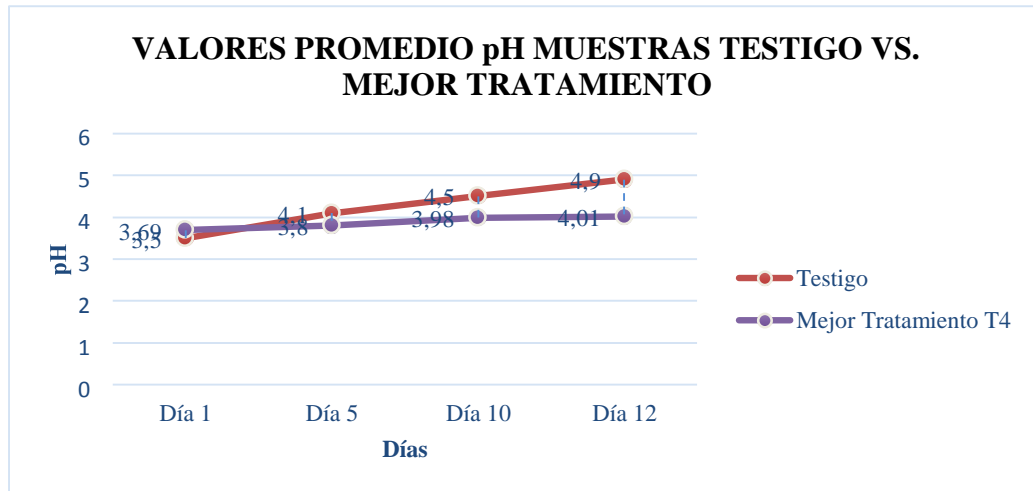
**Tabla 25:** Valores promedio de pH.

Frutillas/Días	pH			
	Día 1	Día 5	Día 10	Día 12
<b>Testigo</b>	3,5	4,1	4,5	4,9
<b>Mejor Tratamiento T4</b>	3,69	3,8	3,98	4,01

**Elaborado por:** Robayo. D y Salazar. J, 2018

Valores promedio de pH de las frutillas del tratamiento testigo (frutillas sin recubrimiento comestible) y valores promedio de pH de las frutillas del mejor tratamiento T4 (frutillas con recubrimiento comestible 70% mucílago de chíá, 20% aceite esencial de naranja y 10% solución agua y gelatina).

**Figura 20.** Valores promedio de pH.



Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

### Análisis e interpretación:

En la Figura 20 , se muestra la disminución del pH en las frutillas del tratamiento testigo en comparación con las frutillas recubiertas con el mejor tratamiento T4 ( 70% mucílago de chíá, 20% aceite esencial de naranja y 10% solución de agua y gelatina), en este punto se observa la diferencia en la disminución del pH en los dos tratamientos, en las frutillas testigo (sin recubrimiento), del valor inicial de pH desde el día 1 al día 12 de almacenamiento a una temperatura controlada de 12<sup>0</sup> C, la frutilla incrementa su pH aproximadamente un 89.78 %, en su periodo de almacenamiento, mientras que las frutillas con el mejor tratamiento T4, el pH durante su almacenamiento del día 1 al día 12, a temperatura controlada de 12<sup>0</sup> C, se incrementa apenas un 50.53 % del pH durante su periodo de almacenamiento, lo que nos demuestra que las frutillas con el recubrimiento comestible incrementan gradualmente el pH en las frutillas, y estas con un pH bajo (condiciones ácidas) detiene el desarrollo de bacterias, lo que indica que bajo estas condiciones no se tendrá pérdidas por contaminación en las frutillas, cabe recalcar que la disminución del pH se debe a los cambios químicos de los ácidos orgánicos en la maduración.

#### 10.2.11. Análisis acidez titulable

**Tabla 26:** Acidez total titulable tratamiento testigo vs mejor tratamiento

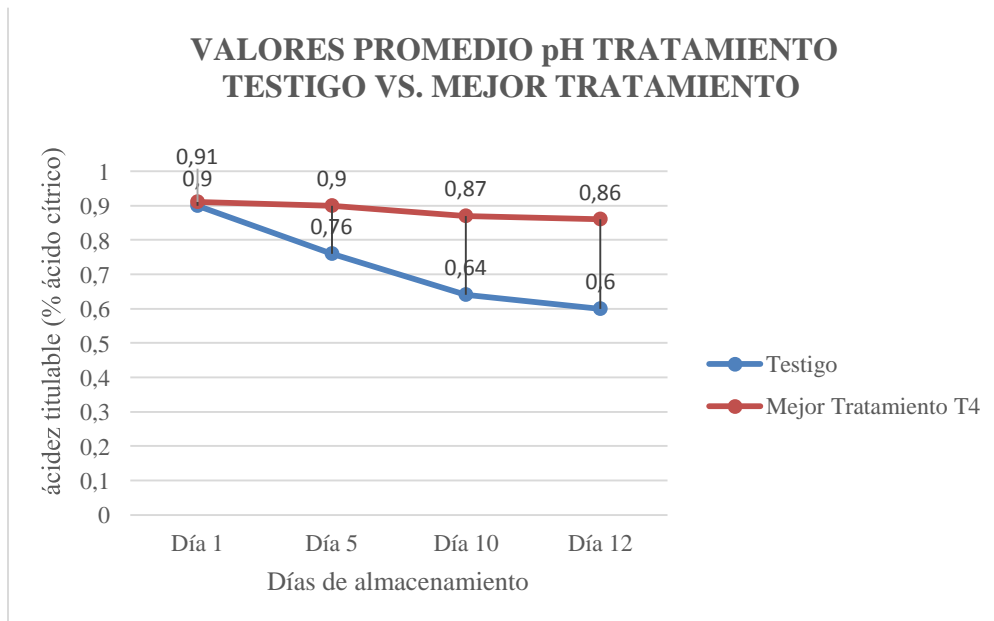
Frutillas/Días	Acidez Titulable (% ácido cítrico)			
	Día 1	Día 5	Día 10	Día 12
<b>TESTIGO</b>	0,9	0,76	0,64	0,6
<b>MEJOR</b>				

<b>TRATAMIENTO (T4)</b>	0,91	0,9	0,87	0,86
-------------------------	------	-----	------	------

Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

Valores promedio de acidez titulable de las frutillas del tratamiento testigo (frutillas sin recubrimiento comestible) y valores promedio de pH de las frutillas del mejor tratamiento T4 (frutillas con recubrimiento comestible 70% mucílago de chíá, 20% aceite esencial de naranja y 10% solución agua y gelatina).

**Figura 21.** Valores promedio acidez titulable tratamiento testigo vs mejor tratamiento



Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

### Análisis e interpretación:

La concentración del ácido depende de su maduración, época del año en el que fueron cosechadas, temperatura y muchos otros factores, en la Figura 21 se puede observar que el aumento de la acidez titulable (% de ácido cítrico) en las frutillas testigo con relación a las frutillas recubiertas con el mejor tratamiento T4 ( 70% mucílago de chíá, 20% aceite esencial de naranja y 10% solución de agua y gelatina), es diferente en los dos tratamientos, en las frutillas testigo, del valor inicial de acidez titulable desde el día 1 al día 12 de almacenamiento a una temperatura controlada de 12<sup>0</sup> C, baja su acidez total titulable aproximadamente un 66.66% en su periodo de almacenamiento, mientras que las frutillas con el mejor tratamiento T4, durante su almacenamiento del día 1 al día 12, a temperatura controlada de 12<sup>0</sup> C, disminuye gradualmente apenas un 10.58 % de la acidez total titulable, esto indica mientras los



días transcurren la acidez en las frutillas con el recubrimiento disminuye paulatinamente, parámetro indicativo que las frutillas completan lentamente su ciclo de maduración.

### 10.2.12. Análisis microbiológico del mejor tratamiento

**Tabla 27.** Resultados microbiológicos y tiempo de vida útil.

<b>AGENTE MICROBIANO</b>	<b>Límites Permitidos de microorganismos en frutillas.</b>		<b>Norma Sanitaria</b>	<b>RESULTADOS ANALISIS DE LABORATORIO LACONAL UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>		
	<b>Limite m</b>	<b>Limite M</b>		<b>DIA 1</b>	<b>DIA 5</b>	<b>DIA 10</b>

<b>Aerobios Mesófilos</b>	$10^4$	$10^6$	NTS N <sup>o</sup> 071 MINSA/DI GESA-V- 01. PERU REF. Codex Alimentariu s (CAC/GL- 21(1997)	80(e)	60(e)	40(e)
<b>Mohos</b>	$10^2$	$10^3$	EAST AFRICAN STANDAR D CD/K/019:2 010Fresh strawberries — Specificatio n and grading REF.CAC/ GL 21,	<10 UFC/g	10(e)	<10 UFC/g
			Principles for the Establishme nt and Application of Microbiolog ical Criteria for Foods			

<b>Levaduras</b>	10	10 <sup>2</sup>	CODEX STAN 193:1995 (Rev.5:2009 ) , General Standard for Contaminan ts	<10 UFC/g	50(e)	40(e)
------------------	----	-----------------	---	--------------	-------	-------

Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

➤ (e): Valores estimados de contaje en la dilución más baja.

Resultados microbiológicos y tiempo de vida útil de las frutillas con el mejor tratamiento T4, comparados con la norma NTS N<sup>o</sup> 071 MINSA/DIGESA-V-01. PERU REF. Codex Alimentarius (CAC/GL-21(1997) y el CODEX STAN 193:1995 (Rev.5:2009), General Standard for Contaminants and Toxins in Foods.

### **Análisis e interpretación:**

Según los datos de los resultados del análisis microbiológico, realizado en el Laboratorio de control y análisis de alimentos (LACONAL), para determinar el tiempo de vida útil del mejor tratamiento T4(a2b2), se llega a la conclusión que de acuerdo con una norma de control NTS N<sup>o</sup> 071 MINSA/DIGESA-V-01. PERU (Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.; frutas y verduras semi-procesadas), se puede observar que, en cuanto al recuento de Aerobios Mesófilos, las frutillas con el recubrimiento T4 (a2b2), se encuentra dentro de los límites permitidos por la norma NTS N<sup>o</sup> 071 MINSA/DIGESA-V-01. PERU, para este agente microbiano (400 UFC/g), dentro de los 10 días de almacenamiento a condiciones controladas de temperatura (2-8<sup>o</sup> C) y humedad (46%HR), en cuanto a la presencia de mohos y levaduras, se puede observar que según el CODEX STAN 193:1995 (Rev.5:2009), General Standard for Contaminants and Toxins in Foods, para mohos y levaduras presentes en frutas procesadas, nos indica que los resultados de los análisis microbiológicos de las frutillas con el mejor tratamiento T4, en comparación con el CODEX STAN 193:1995 (Rev.5:2009), General Standard for Contaminants and Toxins in Foods, se puede evidenciar que se encuentra dentro de los límites de UFC/g de mohos y levaduras durante su periodo de almacenamiento. En conclusión, se puede decir que al comparar los análisis microbiológicos y de tiempo de vida útil de las frutillas con el mejor tratamiento T4, con la norma para frutas procesadas que rige en la norma NTS N<sup>o</sup> 071

MINSA/DIGESA-V-01. PERU y en el CODEX STAN 193:1995 (Rev.5:2009), General Standard for Contaminants and Toxins in Foods, las frutillas se encuentran aptas para el consumo, después de 12 días de almacenamiento a condiciones de temperatura y humedad

controladas (2-8<sup>0</sup> C y 46%HR), lo que muestra que las frutillas con el recubrimiento presentan una condición aceptable, es decir, que existe ausencia de microorganismos patógenos de riesgo bajo indirecto para la salud.

### 10.2.13. Determinación del costo del mejor tratamiento

**Tabla 28:** Determinación del costo del mejor tratamiento

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b> \$	<b>Costo Total</b> \$
Chía	lb	1	1,00	1,00
Aceite esencial de naranja.	ml	2	1,10	2,20
Gelatina	g	50	0,01	0,50
Frutilla	lb	1	1,50	1,50
<b>TOTAL</b>				<b>5,20</b>

Elaborado por: Robayo. D y Salazar. J, 2018

### OTROS RUBROS

#### Mano de obra 10%

5,20 USD ----- 100%  
X ----- 10%

$$X = 0,52 \text{ USD}$$

#### Desgaste de equipo 5%

5,20 USD ----- 100%  
X ----- 5%

$$X = 0,26 \text{ US}$$

#### Combustible y energía 5%

$$5,20 \text{ USD} \text{ ----- } 100\%$$

$$X \text{ ----- } 5\%$$

$$\mathbf{X = 0,26 \text{ USD}}$$

**Tabla 29:** Otros rubros

<b>OTROS RUBROS</b>	<b>%</b>	<b>VALOR</b> <b>\$</b>
Mano de obra	10	0,52
Desgaste de equipo	5	0,26
Combustible y energía	5	0,26
	<b>TOTAL</b>	<b>1.04</b>

**Elaborado por:** Robayo. D y Salazar. J, 2018

**Costo Neto** = Costo total + otros rubros

**Costo Neto** = 5,20 USD + 1.04

**Costo Neto** = 6,24 USD

**Costo Unitario** = Costo neto / # de unidades

**Costo Unitario** = 6,24 USD / 30

**Costo Unitario** = 0,21 USD

**UTILIDAD 25%**

0,21 USD ----- 100%

X ----- 25%

**X = 0,05 USD**

**PVP** = Costo unitario + utilidad

**PVP** = 0,21 USD + 0.05 USD

**PVP** = 0.26 USD

### **Análisis e interpretación:**

Después de haber establecido los costos de producción del recubrimiento comestible natural para alargar la vida útil de la frutilla tenemos que la presentación de cada unidad de frutilla con recubrimiento tiene un precio de 0,26 ctvs., al compararla con productos comerciales por ejemplo las frutillas empacadas al vacío tienen un costo de (0,30 ctvs.) por unidad, hemos observado que el precio de las frutillas con el recubrimiento es menor, esto se debe a que la materia prima para el desarrollo del recubrimiento no tienen un costo elevado, ya que es desarrollado a base natural, siendo estas materias primas accesibles para el productor.

## **11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):**

### **11.1. Impacto Técnico**

El impacto que tiene el presente proyecto resulta importante en el procesamiento tecnológico, aplicando una metodología de conservación sobre la frutilla facilitado como alternativa para disminuir pérdidas e incrementar el tiempo de vida útil mediante un conservante natural, el cual permitirá implementar nuevos métodos agroindustriales y amigables con el medio ambiente. En base a los resultados proporciona alternativas para abrir nuevos campos de investigación de crear e innovar nuevas tecnologías de fácil aplicación

### **11.2. Impacto Social**

El proyecto de investigación beneficiara en la generación de nuevas formas de conservación para la comercialización y consumo de la frutilla, interrelacionándose con el sector productivo buscando la mejor forma para crear nuevas alternativas para la conservación de las frutas y reducción de pérdidas en la comercialización, generando un gran beneficio en los consumidores.

### **11.3. Impacto Ambiental**

A través de la implementación del proyecto de investigación “Desarrollo de un recubrimiento comestible natural a base de mucílago de chía (*Salvia hispánica L*) y aceite esencial de naranja

(*Citrus × aurantium*)”, existirá un impacto positivo en la conservación de frutilla implementando un recubrimiento natural, disminuyendo considerablemente la contaminación del medio ambiente.

#### 11.4. Impacto Económico

En el ámbito económico tendrá un gran impacto ya que beneficiará a varios entes como productores; a generar mayores ingresos y a consumidores; que se verán beneficiados por la reducción de pérdidas de las frutillas ya que mediante el recubrimiento se extenderá su vida útil permitiendo de esta manera una mayor conservación.

#### 12. PRESUPUESTO

Tabla 30: Presupuesto del proyecto

<b>PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO</b>				
<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>V. Unitario \$</b>	<b>Valor Total \$</b>
<b>Equipos</b>				
<b>Cocina</b>	10	h	0,40	<b>10,00</b>
<b>Balanza electrónica</b>	20	h	0,20	<b>6,00</b>
<b>Computadora</b>	600	h	0,42	<b>252,00</b>
<b>Transporte y salida de campo</b>				
<b>Pasajes</b>	120		0,30	<b>36,00</b>
<b>Almuerzo</b>	33		2,50	<b>82,50</b>
<b>Materiales y suministros</b>				
<b>Caja de tiras de pH</b>	1		20	<b>20,00</b>
<b>Olla</b>	1		25,00	<b>25,00</b>
<b>Tamiz</b>	2		1,00	<b>2,00</b>
<b>Cucharas</b>	1		1,5	<b>1,50</b>
<b>Bandeja plástica</b>	1		4,50	<b>4,50</b>
<b>Malla plástica</b>	1		3,00	<b>3,00</b>
<b>Vasos de precipitación</b>	2		3,50	<b>7,00</b>
<b>Termómetro</b>	1		6,20	<b>6,20</b>
<b>Fenoltaleína</b>	1		5,20	<b>5,20</b>
<b>Hidróxido de sodio</b>	1		4,00	<b>4,00</b>
<b>Espátulas</b>	2		0,50	<b>1,00</b>
<b>Frutilla</b>	14	lb	1,50	<b>21,00</b>
<b>Chía</b>	6	lb	2,00	<b>12,00</b>

<b>Aceite esencial de naranja</b>	36	ml	1,00	<b>36,00</b>
<b>Gelatina sin sabor</b>	20	g	0,20	<b>4,00</b>
<b>Material Bibliográfico y fotocopias.</b>				
<b>Papel boom</b>	800		0,03	<b>24,00</b>
<b>Esferos</b>	4		0,50	<b>2,00</b>
<b>Marcadores</b>	2		0,75	<b>1,50</b>
<b>Corrector</b>	1		1,00	<b>1,00</b>
<b>Adhesivos</b>	2		0,50	<b>1,00</b>
<b>Copias</b>	200		0,04	<b>8,00</b>
<b>Impresiones</b>	1000		0,20	<b>200,00</b>
<b>Empastados</b>	4		30,00	<b>120,00</b>
<b>Cámara</b>	1		15,00	<b>15,00</b>
<b>Gastos Varios</b>				
<b>Análisis físico-químicos</b>	4		11,60	<b>46,40</b>
<b>Análisis microbiológicos</b>	1		28,40	<b>113,60</b>
			<b>sub total</b>	<b>1071.40</b>
			<b>12%</b>	<b>128.57</b>
			<b>Total</b>	<b>1199,97</b>

**Elaborado por:** Robayo. D y Salazar. J, 2018



## 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 13.1. CONCLUSIONES

Una vez realizado el análisis y discusiones de las variables evaluadas en la investigación “Desarrollo de un recubrimiento comestible natural a base de mucílago de chía (*salvia hispánica l*) y aceite esencial de naranja (*citrus × aurantium*)” se ha llegado a las siguientes conclusiones.

- La hipótesis alternativa planteada, “Las concentraciones de mucílago de chía y aceite esencial de naranja en el recubrimiento comestible influyen sobre la prolongación del tiempo de vida útil de las frutillas”; por lo tanto, se acepta dicha hipótesis ya que los valores de las variables influenciaron en el porcentaje de los factores sensoriales como: calidad visual, color, aroma, impresión global, firmeza y sabor.
- Al realizar el proceso de catación a 20 estudiantes los cuales determinando características organolépticas (calidad visual, color, aroma, impresión global, firmeza y sabor) mediante el proceso de tabulación de se obtuvo como mejor tratamiento es t4 (a2 b2) que se encuentra compuesto por 70% mucílago, 20% de aceite esencial de naranja, 10% sol.H2O y gelatina.
- Dentro de los análisis físicos químicos y microbiológicos que se realizaron a las frutillas con el mejor tratamiento, se logró determinar que existe una disminución mínima en relación al peso de las frutillas en los días 1, 5 y 12, además se puede concluir que recubrimiento retarda la migración de la humedad y la madurez progresiva de la frutilla.

- El costo de producción es de 0,21 ctv. Del mejor tratamiento T4 (a2b2), pudiendo así obtener un precio de venta al público de 0,26 ctv. El cual pertenece al 25% de ganancia. Cabe resaltar que el valor será para cada unidad de frutilla con recubrimiento comestible, realizando una comparación con el mercado actual con las frutillas empacadas al vacío que tiene un precio de venta al público de 0,30 ctv. Por unidad, podemos visualizar que nuestro producto se convierte en la mejor opción ya que no solo es el más conveniente en precio, sino que está constituido con bases naturales.

## **13.2. RECOMENDACIONES**



Se recomienda trabajar con recubrimientos comestibles de base natural que logren beneficiar al sector productivo y comercial evitando así pérdidas pos cosechas y aumentando el desarrollo de su productividad.

- Estudiar el comportamiento de la aplicación del recubrimiento comestible natural de mucílago de chía y aceite esencial de naranja en otro tipo de fruta o en otra clase de alimentos.
- Implementar nuevas investigaciones de conservación de frutas mediante aplicaciones de materias primas naturales.

#### **14. BIBLIOGRAFIA**

Parzanese M. (s.f.). *Alimentos Argentinos*. Obtenido de



- [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha\\_07\\_PelículaComestible.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_07_PelículaComestible.pdf)
- Agro negocios Ecuador. (2013). *Agronegocios.com*. Recuperado el 12 de Julio de 2017, de <http://agronegociosecuador.ning.com/page/fresas-su-produccion-y>
  - Alvarez R. (23 de Abril de 2012). *Dspace*. Obtenido de <http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/1618/1/TESIS%20DOCTORAL%20RFAEL%20ALVAREZ.pdf>
  - Ammayappan. (2011). *Study of antimicrobial activity of aloe vera, chitosan, and curcumin on cotton, wool, and rabbit hair*.
  - Astudillo S. (2014). *UTILIZACIÓN DE ACEITES ESENCIALES NATURALES COMO CONSERVANTES EN LA ELABORACION DE UNA SALCHICHA DE POLLO*. Tesis, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
  - Beltran A. (12 de Junio de 2015). *Repositorio UTA*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/858/1/AL434%20Ref.%203280.p>
  - Bósquez E. (28 de Octubre de 2013). *Tesiuami*. Obtenido de <http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI10845.pdf>
  - Cardenas M. (10 de Octubre de 2016). *Repositorio UTA*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23819/1/AL606.pdf>
  - Castro R., Gonzáles G. (2013). *Evaluación fisicoquímica de la efectividad de un recubrimiento comestible en la conservación de uchuva (pHysalis peruviana l. var. colombia)*. Bogota, Colombia. Obtenido de <file:///C:/Users/Danny/Downloads/44-431-PB.pdf>
  - Chimborazo M. (21 de Junio de 2011). *Repositorio UTA*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/837/1/AL457%20Ref.%203350.pdf>
  - Diario el Universo. (07 de Agosto de 2014). América Latina Aborda con Rusia aumento de exportaciones tras sanciones a Occidente. pág. 1.
  - Diario la Hora. (02 de Noviembre de 2012). Fruticultores potencializan cultivo de fresa.
  - ECOAGRICULTOR. (2013). *ecoagricultor.com*. Obtenido de <http://www.ecoagricultor.com/las-propiedades-terapeuticas-del-aceite-esencial-denaranja-y-como-hacerlo-en-casa/>

□

- FRUIT LATIN AMERICA. (2013). Obtenido de <http://www.zipmec.com>  
Fruit Latin America. (2013). *Fresas - historia, producción, comercio*. Obtenido de <https://www.zipmec.com/es/fresas-historia-produccion-comercio.html>
- González, G. A., Olivas, G. I., Martín, O., & Soliva, R. (2012). *Películas y Recubrimientos Comestibles*. Mexico: AM Editores.
- Guadalupe J. (2013). *Extracción acuosa del biopolímero de la chia (Salvia hispánica L)*. Mexico.
- Hernandez V. (03 de Abril de 2017). *Agromarketing Corporation*. Obtenido de <http://www.agromarketing.mx/2017/04/03/recubrimiento-de-chia-alarga-la-vida-dealimentos/>
- Jima I. (2015). *Repositorio UTA*. Recuperado el 10 de Julio de 2017, de <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/15872>
- Lara M. (2012). *Uso combinado de la radiación UV-C y almacenamiento refrigerado sobre el tiempo de vida útil de la naranjilla (solanum quitoense lam)*. Universidad Tecnica Equinoccial.
- Miramont S. (15 de Abril de 2012). *Posgrado. frba.utn*. Recuperado el 12 de Julio de 2017
- Miramont S. (16 de Octubre de 2012). *UTN.BA*.  
Obtenido de <http://posgrado.frba.utn.edu.ar/investigacion/tesis/MTA-2012-Sofia%20Miramont.pdf>
- Pastor C. (1 de Julio de 2014). *RIONET UPV*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8534/tesisUPV3363.pdf>
- Raúl Alberto Castro, Gloria Helena González Blair. (2010). *alimentos hoy*. Recuperado el 16 de julio de 2017, de [http://acta.org.co/acta\\_sites/alimentoshoy/index.pHp/hoy/article/view/44](http://acta.org.co/acta_sites/alimentoshoy/index.pHp/hoy/article/view/44)
- Raúl Alberto Castro, Gloria Helena González Blair. (210). *EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA EFECTIVIDAD DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN LA CONSERVACIÓN DE UCHUVA (PHysalis peruviana L. var. Colombia)*.  
Obtenido de [http://acta.org.co/acta\\_sites/alimentoshoy/index.pHp/hoy/article/view/44](http://acta.org.co/acta_sites/alimentoshoy/index.pHp/hoy/article/view/44)
- Raul Castro, Gloria Gonzales. (2010). *Alimentos hoy*. Obtenido de Alimentos hoy: [http://acta.org.co/acta\\_sites/alimentoshoy/index.pHp/hoy/article/view/44](http://acta.org.co/acta_sites/alimentoshoy/index.pHp/hoy/article/view/44)
- Ruiz, M., & Avila, J. (2016). Diseño de un Recubrimiento Comestible Bioactivo para aplicarlo en la frutilla. *Revista Iberoamericana de Postcosecha*, 2-3.

- Villagómez A. (2012). *Estudio del efecto del glicerol y del aceite esencial de anís en un recubrimiento comestible, sobre el tiempo de vida útil del babaco (carica pentagona)*, 5.
- Yanez X, Lugo L & Parada D. (2011). *Estudio del aceite esencial de la casacara de naranja dulce*. Colombia.

# ANEXOS

**Anexo 1. AVAL DE TRADUCCIÓN**



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de proyecto al Idioma Inglés presentado por las Señoritas de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial **ROBAYO GARZÓN DIANA CAROLINA; JESSICA ALEXANDRA SALAZAR REYES**, cuyo título versa "**DESARROLLO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE NATURAL A BASE DE MUCÍLAGO DE CHÍA (*Salvia hispánica*) Y ACEITE ESENCIAL DE NARANJA (*Citrus × aurantium*)**", lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a las peticionarias hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Febrero del 2018.

  
.....

Lic. Marcelo Pacheco Pruna

C.I.: 0502617350

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS UTC**



[www.utc.edu.ec](http://www.utc.edu.ec)

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido / San Felipe. Tel: (04) 2262346 - 2262307 - 2262204



## ANEXO 2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO



Vista física de la ubicación de la Universidad Técnica de Cotopaxi CEYPSA, Provincia de Cotopaxi, donde se ejecutó el proyecto de investigación.

### ANEXO 3. DATOS DEL DOCENTE

#### DATOS INFORMATIVOS DEL DOCENTE

**APELLIDOS:** Fernández Paredes

**NOMBRES:** Manuel Enrique

**ESTADO CIVIL:** Casado

**CC:** 0501511604

**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** Salcedo, 01-01-1966

**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Salcedo

**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 03-2726060      **TELÉFONO CELULAR:** 099921339

**CORREO ELECTRONICO:** [manuel.fernandez@utc.edu.ec](mailto:manuel.fernandez@utc.edu.ec) / [mfernandez@andinanet.net](mailto:mfernandez@andinanet.net)

#### ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TÍTULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP	CÓDIGO DE REGISTRO CONESUP
TERCER	Ingeniero en Alimentos	20/02/2016	1010-06-665530
CUARTO	Master en		



	Planificación de Instituciones de Educación Superior	03/06/2003	1020-03-399388
--	--	------------	----------------

### **HISTORIA PROFESIONAL**

- Docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi
- Director de la Carrera de Ciencias Agropecuarias y Veterinarias 2000- 2005
- Rector y Vicerrector Encargado de U.T.C 2002-2005
- Ayudante de Laboratorio de Universidad Técnica de Ambato 1993
- Presidente del Consejo Nacional de Facultades Agropecuarias del Ecuador 2002 – 2005
- Presidente del Sexto Foro Regional Andino Agropecuario y Rural” BOLIVIA 2005

**CARRERA A LA QUE PERTENECE:** Ingeniería Agroindustrial

**ÁREA DE CONOCIMIENTO:** Industria Alimentaria

**PERÍODO ACADÉMICO DE INGRESO A LA U.T.C.:** Enero 1995

### **Anexo 4. DATOS ESTUDIANTE**

**DIANA CAROLINA ROBAYO GARZÓN**

### **DATOS PERSONALES**



**Número de cédula:** 050380362-9

**Edad:** 25 Años

**Fecha de Nacimiento:** 23 de abril de 1992

**Dirección:** Párr. Belisario Quevedo

**Ciudad:** Latacunga

**Teléfono(s):** 032266456 – 0987867659 – 0984214236

**Correo:** diana.robayo9@utc.edu.ec

**Estado civil:** Soltera

### **INSTRUCCIÓN FORMAL**

**Nivel de Instrucción :** Primaria

**Nombre de la Institución Educativa:** Escuela Elvira Ortega

**Nivel de Instrucción :** Secundaria

**Nombre de la Institución Educativa:** Instituto Tecnológico Victoria Vásquez Cuyi **Título Obtenido:** Bachiller en Ciencias Químicas y Biológicas.

**Nivel de Instrucción :** Superior

**Nombre de la Institución Educativa:** Universidad Técnica de Cotopaxi

**Especialización:** Ing. Agroindustrial – décimo semestre

### **TALLERES Y CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN**

Seminario de HACCP en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

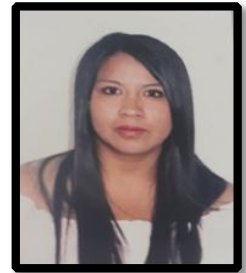
Seminario de Reología Universidad Técnica de Ambato.

.....

### **Anexo 5. DATOS ESTUDIANTE**

**JESSICA ALEXANDRA SALAZAR REYES**

### **DATOS PERSONALES**




---

**Número de cédula:** 172750166-8

**Edad:** 23 años

**Fecha de Nacimiento:** 19 de abril de 1994

**Dirección:** Aloasi

**Ciudad:** Machachi

**Teléfono(s):** 0969062403

**Correo:** jessica.salazar8@utc.edu.ec

**Estado civil:** Soltera

### **INSTRUCCIÓN FORMAL**

---

**Nivel de Instrucción :** Primaria

**Nombre de la Institución Educativa:** Unidad Educativa “José Mejía Lequerica”

**Nivel de Instrucción :** Secundaria

**Nombre de la Institución Educativa:** “Unidad Educativa Machachi” **Título**

**Obtenido:** Bachiller en Ciencias Químicas y Biológicas.

**Nivel de Instrucción :** Superior

**Nombre de la Institución Educativa:** Universidad Técnica de Cotopaxi **Especialización:**

Ing. Agroindustrial – cruzando décimo semestre.

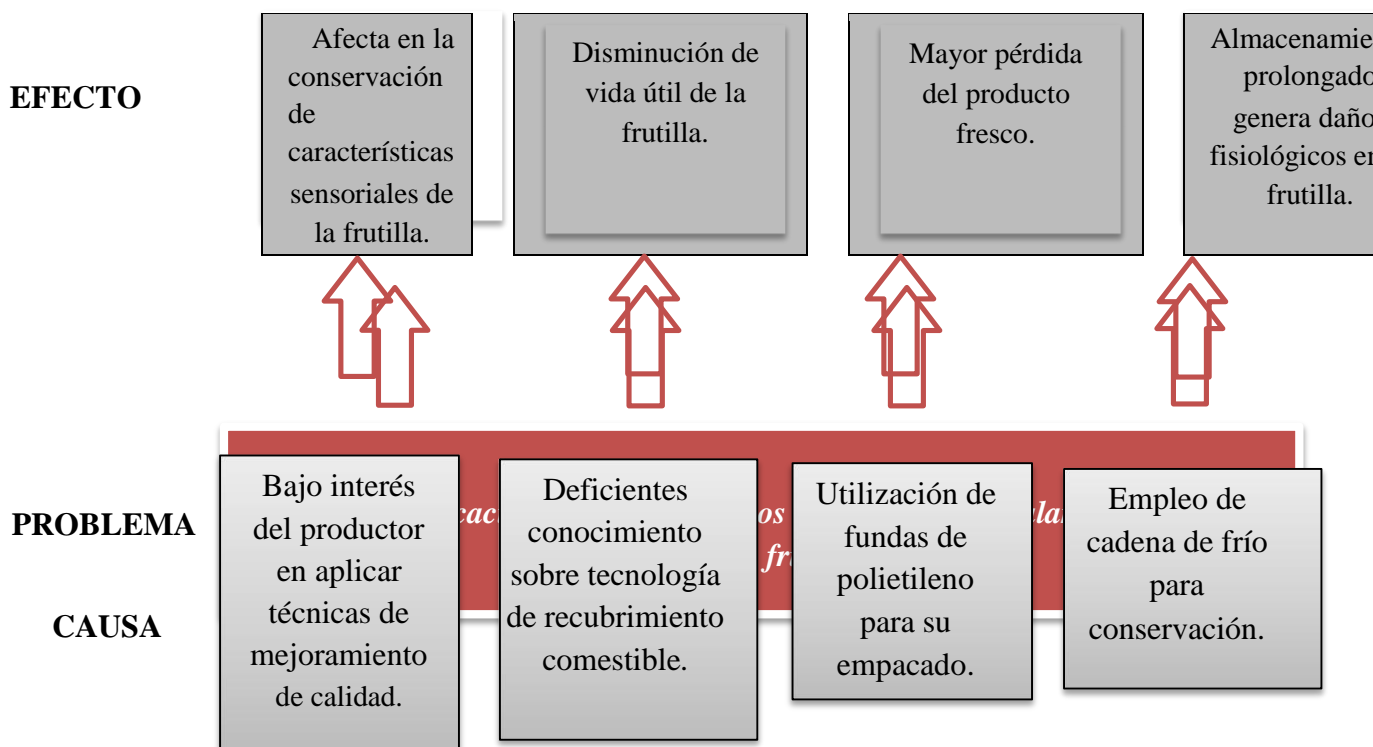
**TALLERES Y CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN**

Seminario de HACCP en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Congreso Nacional de Agroindustrias

Congreso Internacional de Agroindustrias

.....  
**Anexo 6. ÁRBOL DE PROBLEMAS**



**Anexo 7. FOTOGRAFIAS****Fotografía N° 1**

Pesado y extracción de mucilago  
Calentamiento y adición de aceite esencial

**Fotografía N° 2****Fotografía N °3**

Adición de emulsificante



**Fotografías N° 4**

Selección y lavado de frutillas





**Fotografía N° 5**

Pesado



**Fotografías N° 6**  
Determinación de grados Brix



**Fotografía N° 7**  
Determinación de acidez titulable y pH



**Fotografía N° 8**



### Aplicación del recubrimiento



### Fotografía N° 9

### Muestras Testigo



### Muestras Tratamiento 4



## Anexo 8. HOJA DE CATACIÓN



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Ingeniería  
Agroindustrial

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL  
PROYECTO DE TITULACIÓN

**Nombre:**

**Fecha:**

Frente a Ud., tiene 9 muestras de frutillas con un recubrimiento natural a base de mucilago de chíya y aceite esencial de naranja, las cuales debe describir las características que estén presentes en la muestra. Marque con un número en la escala de 1-7, sobre la casilla que más describa lo que Ud., siente por la muestra.

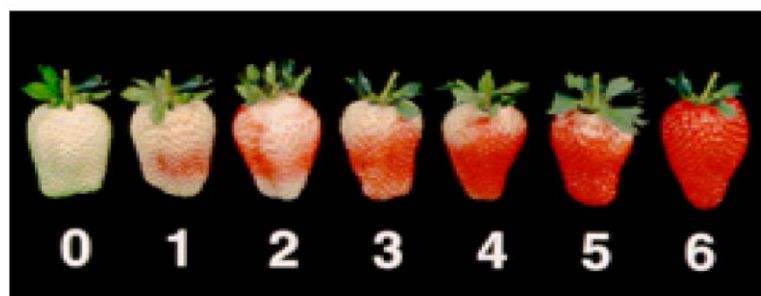
**HOJA DE CATACIÓN**

ESCALA PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL DE FRUTILLAS SIN Y CON RECUBRIMIENTO

**Calidad Visual:** entre paréntesis se indica el % de la superficie afectada del fruto.

1. Muy malo (> 51 %)
2. Malo (41 -50 %)
3. Regular (21 - 40 %)
4. Aceptable (11 - 20 %)
5. Bueno (6 - 10 %)
6. Muy bueno (hasta 5 %)
7. Excelente

**Color:** clasificar las frutillas de acuerdo a la carta de color entregada.



**Aroma característico:** en caso de notar algún aroma anómalo, por favor describirlo.

1. Nada
2. Muy ligero
3. Ligero
4. Moderado
5. Intenso
6. Bastante intenso
7. Muy intenso

**Firmeza:** Grado de deformación a la presión ejercida con los dedos índice y pulgar.

1. Muy blando
2. Bastante blando
3. Blando
4. Moderadamente firme
5. Firme
6. Bastante firme
7. Muy firme

**Impresión global**

1. Muy malo
2. Malo
3. Regular
4. Aceptable
5. Bueno
6. Muy bueno
7. Excelente

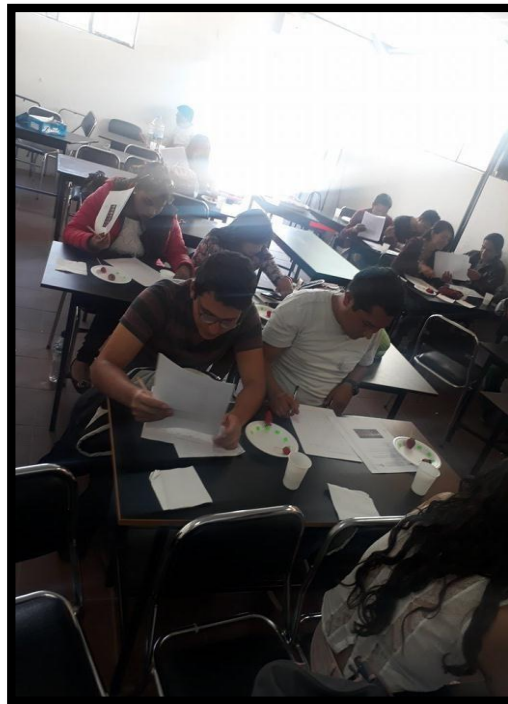
**Sabor característico**

1. Ausencia total
2. Muy débil
3. Débil
4. Moderado
5. Intenso
6. Bastante intenso
7. Muy intenso

**Anexo 9. ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD**

**Fotografías N° 5**





## Anexo 10. RECOPIACIÓN DE DATOS

Recopilación de datos (análisis sensorial)  
Calidad visual

CALIDAD VISUAL										
CATADORES	REPLICA 1				REPLICA 2				TESTIG	
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4		
1	3	4	4	4	3	4	4	5	3	
2	3	4	4	5	3	4	3	5	3	
3	3	4	4	5	3	4	4	5	3	
4	3	5	4	5	3	4	3	5	3	
5	3	4	4	5	4	4	4	5	3	
6	3	4	4	5	4	4	4	5	3	
7	4	4	4	5	4	4	4	5	4	
8	4	4	4	5	4	4	4	5	4	
9	4	4	4	5	4	4	4	5	4	
10	4	4	5	5	4	4	4	6	4	
11	4	4	5	5	4	4	4	5	4	
12	4	4	5	5	3	4	5	5	4	
13	4	4	5	5	3	4	4	5	4	
14	4	4	5	5	3	4	3	5	4	
15	4	4	3	5	3	4	4	5	4	
16	4	4	5	5	4	4	5	5	4	
17	5	4	4	5	4	4	5	5	5	
18	5	4	5	6	4	4	4	5	5	
19	5	4	4	6	4	4	5	5	5	
20	5	5	5	3	4	4	4	5	5	

**Recopilación de datos (análisis sensorial)  
Color**

COLOR										
CATADORES	REPLICA 1				REPLICA 2				TESTIG	
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4		
1	5	4	5	6	3	4	3	5	4	
2	5	4	5	5	3	4	3	5	4	
3	5	4	5	6	4	4	3	5	4	
4	4	3	5	6	4	4	3	5	4	
5	5	4	5	6	3	4	3	5	4	
6	5	4	5	6	4	4	3	5	4	
7	5	4	5	6	4	4	3	5	4	
8	5	5	5	6	4	4	3	5	4	
9	5	4	5	5	4	3	3	5	4	
10	5	4	5	5	4	4	3	5	4	
11	5	4	5	5	4	4	3	5	4	
12	5	4	5	5	4	4	3	5	4	
13	5	4	5	5	4	4	3	5	4	
14	5	3	5	5	3	4	3	5	4	
15	4	4	5	5	3	4	3	5	4	
16	4	4	5	5	3	4	3	5	4	
17	4	4	5	6	4	4	3	5	4	
18	4	4	5	6	4	3	3	5	3	
19	4	4	5	6	4	4	3	5	4	
20	4	4	5	6	4	4	3	5	4	

**Recopilación de datos (análisis sensorial)  
Aroma**

AROMA											
CATADORES	REPLICA 1				REPLICA 2				TESTIG		
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4			
1	5	4	5	6	3	4	3	5	3		
2	5	4	5	5	3	4	3	4	3		
3	5	4	5	6	3	4	4	4	3		
4	5	3	4	6	3	4	4	5	3		
5	5	4	5	6	3	4	3	4	3		
6	5	4	5	6	3	4	4	4	3		
7	5	4	5	6	3	4	4	4	3		
8	5	5	5	6	3	4	4	5	3		
9	5	4	5	5	3	3	4	5	3		
10	5	4	5	5	3	4	4	5	3		
11	4	4	5	5	3	4	4	5	3		
12	4	4	5	5	3	4	4	4	3		
13	4	4	5	5	3	4	4	5	3		
14	4	3	5	5	3	4	3	4	3		
15	4	4	4	5	3	4	3	4	3		
16	4	4	4	5	3	4	3	4	3		
17	4	4	4	6	3	4	4	5	3		
18	4	4	4	6	3	3	4	5	2		
19	4	4	4	6	3	4	4	3	3		
20	4	4	4	6	3	4	4	3	3		

### Recopilación de datos (análisis sensorial)

#### Firmeza

FIRMEZA											
CATADORES	REPLICA 1				REPLICA 2				TESTIG		
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4			
1	5	5	5	6	4	5	5	6	5		
2	4	5	5	6	4	5	5	6	5		
3	4	5	5	5	4	5	5	5	5		
4	4	5	5	5	4	5	5	6	5		
5	4	5	5	6	4	5	5	6	5		
6	4	5	5	6	4	6	5	6	5		
7	4	5	5	6	4	5	5	6	5		
8	4	5	5	5	4	5	5	6	6		
9	6	5	4	6	5	6	5	6	5		
10	4	6	5	6	4	5	5	6	5		
11	4	6	5	6	4	5	5	6	5		
12	4	6	5	6	4	5	5	6	5		
13	4	6	5	6	4	5	6	5	5		
14	5	6	5	5	4	5	6	6	5		
15	4	6	5	5	4	5	5	6	5		
16	4	5	5	6	4	5	6	6	4		
17	4	4	5	5	4	5	6	6	5		
18	4	5	5	5	5	5	6	6	5		
19	4	5	6	5	4	5	6	6	5		
20	4	5	6	5	4	5	5	6	5		

### Recopilación de datos (análisis sensorial)

#### Impresión Global



IMPRESIÓN GLOBAL									
CATADORES	REPLICA 1				REPLICA 2				TESTIG
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	
1	5	5	3	5	4	3	3	6	4
2	5	5	3	5	4	3	3	5	3
3	4	5	3	5	4	3	3	5	4
4	5	5	3	5	4	3	3	5	3
5	5	5	3	5	4	3	3	4	4
6	4	4	3	5	4	3	3	4	4
7	4	4	3	5	4	3	3	5	4
8	4	5	3	4	4	3	3	5	4
9	4	5	3	5	4	3	3	4	4
10	4	4	3	5	4	3	3	5	4
11	4	4	3	4	4	3	3	4	4
12	4	4	3	5	4	4	3	5	4
13	4	5	4	4	4	4	3	5	3
14	4	3	3	5	5	4	3	5	4
15	4	4	3	4	5	4	3	5	4
16	5	4	3	4	4	4	3	5	3
17	4	3	4	4	5	4	3	5	4
18	5	4	4	4	4	4	3	5	4
19	5	4	3	4	4	4	3	5	4
20	4	4	3	4	4	4	3	5	4

### Recopilación de datos (análisis sensorial)

#### Sabor

SABOR									
CATADORES	REPLICA 1				REPLICA 2				TESTIG
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	
1	5	3	5	5	3	3	4	4	4
2	5	3	5	5	3	3	4	5	3
3	5	3	4	5	3	3	4	5	4
4	4	3	5	5	3	3	4	4	3
5	5	3	5	5	3	3	4	4	4
6	4	3	4	5	3	3	4	4	4
7	4	3	4	5	3	3	4	5	4
8	5	3	4	4	3	3	4	5	4
9	5	3	4	5	3	3	4	4	4
10	4	3	4	5	3	3	4	5	4
11	4	3	4	4	3	3	4	4	4
12	4	3	4	5	4	3	4	5	4
13	5	4	4	4	4	3	4	5	3
14	4	4	4	5	4	3	5	5	4
15	4	3	4	4	4	3	5	5	4
16	4	3	5	4	4	3	4	5	3
17	3	4	4	4	4	3	5	5	4
18	4	4	5	4	4	3	4	5	4
19	4	3	5	4	4	3	4	5	4
20	4	3	4	4	4	3	4	5	4



CD/K/019:2010  
ICS 67.080.10

East African Standard

**EAST AFRICAN STANDARD**

---

**Fresh strawberries — Specification and grading**



<b>14. FRUTAS, HORTALIZAS, FRUTOS SECOS Y SIMILARES.</b>						
<b>14.1 Frutas y hortalizas frescas. ( sin ningún tratamiento)</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
<b>14.2 Frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas), refrigeradas y/o congeladas.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos	1	3	5	3	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
<i>Listeria monocytogenes</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-----
(*) Solo para frutas y hortalizas de tierra (a excepción de las precocidas).						
<b>14.3 Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
Levaduras	3	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	5x10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
<b>14.4 Frutas y hortalizas en vinagre, aceite o salmuera o fermentadas</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Levaduras	3	3	5	1	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>

**Artículo 5°.- Conformación de los criterios microbiológicos**

Los criterios microbiológicos están conformados por:

- El grupo de alimento al que se aplica el criterio.
- Los agentes microbiológicos a controlar en los distintos grupos de alimentos.
- El plan de muestreo que ha de aplicarse al lote o lotes de alimentos.
- Los límites microbiológicos establecidos para los grupos de alimentos.

**Artículo 6°.- Aptitud microbiológica para el consumo humano**

### CAPITULO III DE LOS MICROORGANISMOS Y METODOS DE ANALISIS

#### Artículo 11°.- Grupos de microorganismos

Como referencia para los criterios microbiológicos, en general los microorganismos se agrupan como:

1. - Microorganismos indicadores de alteración: las categorías 1, 2, 3 definen los microorganismos asociados con la vida útil y alteración del producto tales como microorganismos aeróbios mesófilos, aeróbios mesófilos esporulados, Mohos y Levaduras, *Lactobacillus*, microorganismos lipolíticos.
2. - Microorganismos indicadores de higiene: en las categorías 4, 5, y 6 se encuentran los microorganismos no patógenos que suelen estar asociados a ellos, como Coliformes (que para efectos de la presente norma sanitaria se refiere a Coliformes Totales), *Enterobacteriaceas*, a excepción de este último en el caso de "Preparaciones en polvo para Lactantes.
3. - Microorganismos patógenos: son los que se hallan en las categorías 7 a la 15. Las categorías 7, 8 y 9 corresponde a microorganismos patógenos tales como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, cuya cantidad en los alimentos condiciona su peligrosidad para causar enfermedades alimentarias. A partir de la categoría 10 corresponde a microorganismos patógenos, tales como *Salmonella sp*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli H7 O15,7* entre otros patógenos, cuya sola presencia en los alimentos condiciona su peligrosidad para la salud.

#### Artículo 12°.- Métodos de análisis

Los métodos de análisis a utilizar deben ser métodos validados y reconocidos por organismos internacionales. La modificación de estos métodos o el uso de métodos propios deberán ser validados para poder ser utilizados.

#### Artículo 13°.- Reportes de ensayo

Los Informes de Ensayo, Certificados de Análisis y otras formas de reporte emitidos por los laboratorios, deberán indicar el método de análisis empleado y la expresión de resultados acorde con el método debe expresarse en: UFC/g, UFC/mL, NMP/g, NMP/mL ó Ausencia/25 g. ó mL.


### CAPITULO IV DE LOS GRUPOS DE ALIMENTOS Y CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS

#### Artículo 14°.- Grupos de alimentos

Para los efectos de la presente disposición sanitaria, se establecen 19 grupos de alimentos y bebidas según su origen, tecnología aplicada en su procesamiento o elaboración y grupo consumidor; siendo estos:

1. Leche y productos lácteos
2. Helados y mezclas para helados
3. Productos grasos
4. Productos deshidratados, liofilizados o concentrados y mezclas
5. Granos de Cereales, leguminosas y derivados
6. Azúcares, mieles y productos similares
7. Productos de confitería y derivados del cacao
8. Productos de panadería, pastelería, galletería y otros
9. Alimentos para Regímenes especiales.
10. Carnes y productos cárnicos

## Anexo 12. NORMA TECNICA ECUATORIANA 1842:2013

 ICS: 67.060.01		
Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	PRODUCTOS VEGETALES Y DE FRUTAS – DETERMINACIÓN DE Ph (IDT)	NTE INEN-ISO 1842 :2013 2013-09
<p><b>1 Alcance</b></p> <p>Esta Norma Nacional especifica el método potenciométrico para la medición de pH en productos vegetales y de frutas.</p> <p><b>2 Principio</b></p> <p>Medición de la diferencia de potencial entre dos electrodos sumergidos en el líquido a ensayar.</p> <p><b>3 Equipos</b></p> <p>Equipos de laboratorio habituales y, en particular, lo siguiente.</p> <p>3.1 pH-metro, con una escala graduada en 0,05 unidades de pH o, preferentemente, menor.</p> <p>Si no se proporciona un sistema de corrección de temperatura, la escala se deberá aplicar a las mediciones a 20 °C.</p> <p>3.2 Electrodos, (alternativa a 3.3).</p> <p>3.2.1 Electrodo de vidrio</p> <p>Electrodos de vidrio de diferentes formas geométricas pueden ser usados. Se deberán almacenar en agua.</p> <p>3.2.2 Electrodo de calomelanos, contiene una solución saturada de cloruro de potasio.</p> <p>Almacenar el electrodo de calomelanos de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Si éstos no están disponibles, el electrodo deberá almacenarse en una solución saturada de cloruro de potasio.</p> <p>3.3 Sistema combinado de electrodos, (alternativa a 3.2).</p> <p>Los electrodos de calomelanos y de vidrio pueden ser montados dentro de un sistema combinado de electrodos. Almacenar estos en agua. El nivel de la solución saturada de cloruro de potasio en el electrodo de calomelanos deberá estar por encima del nivel de agua.</p> <p><b>4 Preparación De La Muestra De Ensayo</b></p> <p>4.1 Productos líquidos y productos fácilmente filtrables (por ejemplo jugos, líquidos de compotas o de encurtidos, líquidos fermentados, etc.)</p> <p>Mezclar la muestra de laboratorio cuidadosamente hasta que esté homogénea.</p> <p>4.2 Productos espesos o semi espesos y productos de los cuales es difícil separar el líquido (por ejemplo jarabes, mermeladas, purés, jaleas, etc.)</p> <p>Mezclar una parte de la muestra de laboratorio y molerla, si es necesario, en un mezclador o mortero, si el producto obtenido todavía es muy espeso, añadir una masa equivalente de agua destilada y si es necesario, mezclar bien con un mezclador o mortero.</p> <p><small>DESCRIPTORES: productos agrícolas, productos alimenticios, frutas, vegetales, productos vegetales y de frutas, análisis químico, determinación pH, método potenciométrico.</small></p>		

## Anexo 13. NORMA TECNICA ECUATORIANA 2173:2013



Instituto Ecuatoriano de Normalización

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN-ISO 2173:2013**

---

NÚMERO DE REFERENCIA ISO 2173:2003 (E)

**PRODUCTOS VEGETALES Y DE FRUTAS – DETERMINACIÓN  
DE SÓLIDOS SOLUBLES – MÉTODO REFRACTOMÉTRICO  
(IDT)**


**Primera Edición**

**FRUIT AND VEGETABLE PRODUCTS — DETERMINATION OF SOLUBLE SOLIDS — REFRACTOMETRIC METHOD**

**Second edition**

---

**DESCRITORES:** Productos agrícolas, productos alimenticios, productos vegetales y de frutas, ensayos, determinación del contenido,  
edición solución  
**ICS:** 67.080.01

 <small>INSTITUTO NACIONAL DE NORMAS TÉCNICAS ECUATORIANAS</small>		
ICS: 67.060.01	<b>PRODUCTOS VEGETALES Y DE FRUTAS – DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES– MÉTODO REFRACTOMÉTRICO (IDT)</b>	NTE INEN-ISO 2173:2013 2013-09
<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>		
<p><b>1 Alcance</b></p> <p>Esta Norma Nacional especifica un método refractométrico para la determinación de los sólidos solubles en productos a base de frutas y vegetales.</p> <p>Este método es particularmente aplicable a productos espesos, a productos que contienen materias suspendidas, y a los productos ricos en azúcar. Si los productos contienen otras sustancias disueltas, los resultados serán solamente aproximados, sin embargo, para la comodidad del resultado obtenido por este método puede ser considerado convencionalmente como el contenido de sólidos solubles.</p> <p>NOTA Para la determinación de los sólidos solubles en jugos de frutas (que no contienen materias suspendidas) y en zumos concentrados (clarificados), el método picnométrico especificado en la norma ISO 2172 es aplicable.</p> <p><b>2 Términos y definiciones</b></p> <p>Para los efectos de este documento, se aplican los siguientes términos y definiciones</p> <p><b>2.1</b> determinación de sólidos solubles por el método refractométrico concentración de sacarosa en una solución acuosa que tiene el mismo índice de refracción que el producto analizado, en condiciones específicas de preparación y temperatura.</p> <p>NOTA Esta concentración se expresa como una fracción de masa en porcentaje.</p> <p><b>3 Principio</b></p> <p>El índice de refracción de una solución de ensayo se mide a <math>20\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}</math>, usando un refractómetro. El índice de refracción se correlaciona con la cantidad de sólidos solubles (expresado como la concentración de sacarosa) usando tablas, o por lectura directa en el refractómetro de la fracción de masa de sólidos solubles.</p> <p><b>4 Reactivos</b></p> <p>Usar solo reactivos de grado analítico reconocido.</p> <p><b>4.1 Agua</b></p> <p>El agua utilizada deberá ser destilada dos veces en un aparato de vidrio borosilicato, o su pureza deberá ser al menos equivalente.</p> <p><b>5 Aparatos</b></p> <p>Aparatos de laboratorio habituales y, en particular, lo siguiente.</p> <p><b>5.1 Refractómetro</b> Utilice uno de las siguientes.</p>		
<p><small>DESCRPTORES: productos agrícolas, productos alimenticios, productos vegetales y de frutas, ensayos, determinación del contenido, aditivos solubles.</small></p>		

## Anexo 14. NORMA TECNICA ECUATORIANA 750:2013



Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN-ISO 750:2013**

---

NÚMERO DE REFERENCIA ISO 750:1998 (E)

**PRODUCTOS VEGETALES Y DE FRUTAS – DETERMINACIÓN  
DE LA ACIDEZ TITULABLE (IDT)**

**Primera Edición**

FRUIT AND VEGETABLE PRODUCTS — DETERMINATION OF TITRATABLE ACIDITY

First Edition



Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	PRODUCTOS VEGETALES Y DE FRUTAS – DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE (IDT)	NTE INEN-ISO 750:2013 2013-09
<p><b>1. Alcance</b></p> <p>Esta norma nacional especifica dos métodos para la determinación de la acidez titulable de productos a base de frutas y vegetales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un método potenciométrico de referencia.</li> <li>- Un método de rutina utilizando un indicador de color.</li> </ul> <p>Por convención, este último método no es aplicable para vinos.</p> <p>En el caso de algunos productos coloreados, podría dificultar la determinación del punto final de la titulación con el último método y el método anterior deberá ser utilizado preferiblemente.</p> <p>NOTA La determinación de la acidez titulable es no válido para el caso de productos que se han añadido dióxido de azufre.</p> <p><b>2. Principio</b></p> <p><b>2.1 Método potenciométrico</b></p> <p>Titulación potenciométrica con una solución volumétrica patrón de hidróxido de sodio.</p> <p><b>2.2 Método de rutina</b></p> <p>Titulación con una solución volumétrica patrón de hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína como indicador.</p> <p><b>3. Reactivos</b></p> <p>Usar solo reactivos de grado analítico reconocido, y agua destilada o desmineralizada, o agua de pureza equivalente.</p> <p><b>3.1 Hidróxido de sodio, solución volumétrica patrón, <math>c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}</math>.</b><sup>1)</sup></p> <p><b>3.2 Soluciones buffer, de pH conocido.</b></p> <p><b>3.3 Fenolftaleína, 10 g/l de solución en etanol al 95% (en volumen)</b></p> <p><b>4. Equipos</b></p> <p>Equipos de laboratorio habituales y, en particular, lo siguiente.</p> <p><b>4.1 Homogeneizador o Mortero.</b></p> <p><b>4.2 Pipetas, para repartir 25 ml, 50 ml o 100 ml.</b></p> <p><b>4.3 Matraz erlenmeyer, capaz de ser equipado con el condensador de reflujo (4.7).</b></p> <p><b>4.4 Matraz aforado, de capacidad de 250 ml.</b></p> <p><b>4.5 Vaso de precipitación, de capacidad de 250 ml junto a un agitador mecánico o magnético</b></p>		

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	PRODUCTOS VEGETALES Y DE FRUTAS – DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE (IDT)	NTE INEN-ISO 750:2013 2013-09
<p><b>1. Alcance</b></p> <p>Esta norma nacional especifica dos métodos para la determinación de la acidez titulable de productos a base de frutas y vegetales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un método potenciométrico de referencia.</li> <li>- Un método de rutina utilizando un indicador de color.</li> </ul> <p>Por convención, este último método no es aplicable para vinos.</p> <p>En el caso de algunos productos coloreados, podría dificultar la determinación del punto final de la titulación con el último método y el método anterior deberá ser utilizado preferiblemente.</p> <p>NOTA La determinación de la acidez titulable es no válido para el caso de productos que se han añadido dióxido de azufre.</p> <p><b>2. Principio</b></p> <p><b>2.1 Método potenciométrico</b></p> <p>Titulación potenciométrica con una solución volumétrica patrón de hidróxido de sodio.</p> <p><b>2.2 Método de rutina</b></p> <p>Titulación con una solución volumétrica patrón de hidróxido de sodio en presencia de fenolftaleína como indicador.</p> <p><b>3. Reactivos</b></p> <p>Usar solo reactivos de grado analítico reconocido, y agua destilada o desmineralizada, o agua de pureza equivalente.</p> <p><b>3.1 Hidróxido de sodio, solución volumétrica patrón, <math>c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/l}</math>.</b><sup>1)</sup></p> <p><b>3.2 Soluciones buffer, de pH conocido.</b></p> <p><b>3.3 Fenolftaleína, 10 g/l de solución en etanol al 95% (en volumen)</b></p> <p><b>4. Equipos</b></p> <p>Equipos de laboratorio habituales y, en particular, lo siguiente.</p> <p><b>4.1 Homogeneizador o Mortero.</b></p> <p><b>4.2 Pipetas, para repartir 25 ml, 50 ml o 100 ml.</b></p> <p><b>4.3 Matraz erlenmeyer, capaz de ser equipado con el condensador de reflujo (4.7).</b></p> <p><b>4.4 Matraz aforado, de capacidad de 250 ml.</b></p> <p><b>4.5 Vaso de precipitación, de capacidad de 250 ml junto a un agitador mecánico o magnético</b></p>		

## Anexo 15. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

### 4.2 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O DE RECHAZO

Si la muestra evaluada no cumple los requisitos especificados en ésta norma, se debe rechazar el lote. En caso de discrepancia, se deben repetir los ensayos sobre la muestra reservada para tal fin. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso debe ser motivo para rechazar el lote.

### 5. ENSAYOS

#### 5.1 DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO

Se mide el diámetro máximo (cercano al cáliz) de cada fruto, con un calibrador o con una plantilla con círculos de los diferentes diámetros. El resultado se expresa en milímetros (mm).

#### 5.2 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES

Se determina por el método refractométrico y se expresa en grados Brix ("Bx). La lectura se debe corregir utilizando el porcentaje de ácido, mediante la siguiente ecuación:

$$S.S.T_{Corr} = 0,194 \times A + S.S.T.$$

Donde:

- A = % ácido  
S.S.T = grados Brix

Si el refractómetro utilizado no realiza la corrección por temperatura, se debe corregir la lectura como se indica en el Anexo B.

#### 5.3 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE

Se determina por el método de titulación potenciométrica. Se expresa como porcentaje de ácido cítrico y se calcula mediante la siguiente ecuación

$$\% \text{ Ácido cítrico} = \frac{V_1 \times N}{V_2} \times K \times 100$$

Donde:

- V<sub>1</sub> = volumen de NaOH consumido (ml)  
V<sub>2</sub> = volumen de muestra (5ml)  
k = peso equivalente del ácido cítrico (0,064g/meq)  
N = normalidad del NaOH (0,1 meq/ml)

## Anexo 16. NORMA CAC/GL 21 - 1997

## PRINCIPLES AND GUIDELINES FOR THE ESTABLISHMENT AND APPLICATION OF MICROBIOLOGICAL CRITERIA RELATED TO FOODS

CAC/GL 21 - 1997

### 1. INTRODUCTION

1. Diseases caused by foodborne pathogens constitute a major burden to consumers, food business operators and national governments. Therefore, the prevention and control of these diseases are international public health goals. These goals have traditionally been pursued, in part, through the establishment of metrics such as the microbiological criterion, reflecting knowledge and experience of Good Hygienic Practice (GHP) and the impact of potential hazards on consumer health. Microbiological criteria have been used for many years and have contributed to improving food hygiene in general, even when established based on empirical observation of what is achieved under existing measures without any explicit linkage to specific levels of public health protection. Advances in microbiological risk assessment (MRA), and the use of the risk management framework are increasingly making a more quantifiable estimation of the public health risk and a determination of the effect of interventions possible. This has led to a series of additional food safety risk management metrics: Food Safety Objective (FSO), Performance Objective (PO), and Performance Criterion (PC) (see Annex II of the *Principles and Guidelines for the Conduct of Microbiological Risk Management* (CAC/GL 63-2007)). Where MRA models are available or these metrics have been elaborated, they can allow the establishment of a more direct relationship between microbiological criteria and public health outcomes.
2. The establishment and application of microbiological criteria should comply with the principles outlined in this document and should be based on scientific information and analysis. When sufficient data are available, a risk assessment may be conducted on foodstuffs and their use.
3. The microbiological safety of foods is managed by the effective implementation of control measures that have been validated, where appropriate, throughout the food chain to minimise contamination and improve food safety. This preventative approach offers more advantages than sole reliance on microbiological testing through acceptance sampling of individual lots of the final product to be placed on the market. However, the establishment of microbiological criteria may be appropriate for verifying that food safety control systems are implemented correctly.
4. Criteria for monitoring of the food-processing environment are often considered important parts of the food safety control system. Since they cannot be defined as specifically as microbiological criteria for food they generally are not used in defining the acceptability of food, and therefore they are not in the scope of the document, despite their utility in managing food safety.
5. The required stringency of food safety control systems, including the microbiological criteria used, should be appropriate to protect the health of the consumer and ensure fair practices in food trade. Microbiological criteria used should be capable of verifying that the appropriate level of control is achieved.
6. Codex Alimentarius has a role in recommending microbiological criteria at the international level. National governments may choose to adopt Codex microbiological criteria into their national systems or use them as a starting point for addressing their intended public health goals. National governments also may establish and apply their own microbiological criteria. Food business operators may establish and apply microbiological criteria within the context of their food safety control systems.
7. This document should be read in conjunction with the *Principles and Guidelines for the Conduct of Microbiological Risk Management* (CAC/GL 63-2007), the *General Guidelines on Sampling* (CAC/GL 50-2004) and the *Principles and Guidelines for the Conduct of Microbiological Risk Assessment* (CAC/GL 30-1999).

### 2. SCOPE AND DEFINITIONS

#### 2.1 SCOPE

8. These Principles and Guidelines are intended to provide a framework for national governments and food business operators on the establishment and application of microbiological criteria that can be applied for food safety and other aspects of food hygiene. Microbiological criteria established for the monitoring of the food processing environment are not in the scope of this document. Microbiological criteria can be applied, but are not limited to, to the following:

10. Other definitions relevant to these guidelines include:

- *Appropriate Level of Protection (ALOP)*<sup>1</sup>
- *Food Safety Objective (FSO)*<sup>2</sup>
- *Performance Objective (PO)*<sup>2</sup>
- *Performance Criterion (PC)*<sup>2</sup>
- *Lot*<sup>2</sup>
- *Sample*<sup>2</sup>
- *Food safety control system*<sup>4</sup>
- *Validation*<sup>4</sup>
- *Verification*<sup>4</sup>
- *Attributes sampling plans*<sup>2</sup>
- *Variables sampling plans*<sup>2</sup>

### 3. GENERAL PRINCIPLES

- A microbiological criterion should be appropriate to protect the health of the consumer and where appropriate, also ensure fair practices in food trade.
- A microbiological criterion should be practical and feasible and established only when necessary.
- The purpose of establishing and applying a microbiological criterion should be clearly articulated.
- The establishment of microbiological criteria should be based on scientific information and analysis and follow a structured and transparent approach.
- Microbiological criteria should be established based on knowledge of the microorganisms and their occurrence and behaviour along the food chain.
- The intended as well as the actual use of the final product by consumers needs to be considered when setting a microbiological criterion.
- The required stringency of a microbiological criterion used should be appropriate to its intended purpose.
- Periodic reviews of microbiological criteria should be conducted, as appropriate, in order to ensure that microbiological criteria continue to be relevant to the stated purpose under current conditions and practices.

### 4. ESTABLISHMENT AND APPLICATION OF MICROBIOLOGICAL CRITERIA

#### 4.1 GENERAL CONSIDERATIONS

11. When considering the establishment of microbiological criteria, a variety of approaches can be used depending on the risk management objectives and the available level of knowledge and data. These approaches can range from developing microbiological criteria based on empirical knowledge related to GHPs, to using scientific knowledge of food safety control systems such as through HACCP, or by conducting a risk assessment. The choice of the approach should be aligned with the risk management objectives and decisions relating to food safety and suitability.

12. Since the levels/prevalence of a microorganism can change over the course of manufacture, distribution, storage, marketing and preparation, a microbiological criterion is established at a specified point in the food chain.

13. The need for a microbiological criterion should be demonstrated, e.g. by epidemiological evidence that the food under consideration may represent a significant public health risk and that a criterion is meaningful for consumer protection, or as the result of a risk assessment.

#### 4.2 PURPOSE

14. There may be multiple reasons for establishing and applying microbiological criteria. The purposes of microbiological criteria include, but are not limited to, the following:

- i) Evaluating a specific lot of food to determine its acceptance or rejection, in particular if its history is unknown.
- ii) Verifying the performance of a food safety control system or its elements along the food chain, e.g. prerequisite programs and/or HACCP systems.
- iii) Verifying the microbiological status of foods in relation to acceptance criteria specified between food business operators.
- iv) Verifying that the selected control measures are meeting POs and/or FSOs.

15. In addition, a microbiological criterion is a valuable risk management metric when applied to detect potential unforeseen problems in the design and/or operation of a food safety control system and for obtaining safety and suitability information that is not otherwise available.

#### 4.3 RELATIONSHIP BETWEEN MICROBIOLOGICAL CRITERIA, OTHER MICROBIOLOGICAL RISK MANAGEMENT METRICS AND ALOP

16. Microbiological criteria may be used by competent authorities and food business operators to operationalize the ALOP either directly or through other microbiological risk management metrics (e.g. PO, FSO). This requires the use of quantitative risk assessment. The risk estimation should include a combination of several factors such as the prevalence and concentration distribution of target microorganisms, as well as any changes in these after the step for which the microbiological criterion has been set. The risk assessment should include a characterization of the variability inherent to the food production system and express the uncertainty in the risk estimate. Ongoing efforts to reduce the complexity of risk assessment should help facilitate the development and use of risk-based microbiological criteria.

17. A microbiological criterion can be linked directly to the ALOP, without explicit articulation of an FSO or a PO. One approach involves testing the acceptability of individual lots and evaluating the relative risk to public health of the lot as compared to the ALOP. Another approach is to link a microbiological criterion directly to an ALOP, using a risk assessment model to estimate the reduction in public health risk as a result of applying corrective actions to lots or processes that do not conform to the microbiological criterion.

18. Statistical models can be used to translate a PO or FSO to a microbiological criterion. The link between the PO or the FSO and the ALOP should also be demonstrated. To establish such a microbiological criterion for a food, an assumption needs to be made regarding the distribution of the target microorganism in the food. A log-normal distribution is often assumed and a default value for the standard deviation applied. Furthermore, the maximum frequency and/or concentration of the hazard needs to be defined in the FSO or PO. If a concentration is used as a limit, also the proportion (e.g. 95%, 99%) of the distribution of possible concentrations that satisfies this limit should be defined.

#### 4.4 COMPONENTS AND OTHER CONSIDERATIONS

19. A microbiological criterion consists of the following components:

- The purpose of the microbiological criterion;
- The food, process or food safety control system to which the microbiological criterion applies;
- The specified point in the food chain where the microbiological criterion applies;
- The microorganism(s) and the reason for its selection;
- The microbiological limits ( $m$ ,  $M$ ; see Section 4.6) or other limits (e.g. a level of risk);
- A sampling plan defining the number of sample units to be taken ( $n$ ), the size of the analytical unit and where appropriate, the acceptance number ( $c$ );
- Depending on its purpose, an indication of the statistical performance of the sampling plan; and
- Analytical methods and their performance parameters.

20. Consideration should be given to the action to be taken when the microbiological criterion is not met and the action should be specified (see Section 4.11).

21. Other considerations could include, but are not limited to, the following:

- Type of sample (e.g. type of food matrix, raw materials, finished product);
- Sampling tools and techniques;
- Prevalence and concentration data for the organism of concern (e.g. baseline data)
- Frequency and timing of sampling;
- Type of sampling (randomized, stratified etc.);
- Methodology used and, when appropriate, suitable conditions for pooling of samples;
- Economic and administrative feasibility, in particular in the choice of sampling plan;
- Interpretation of results;
- Record keeping;
- The intended and actual use of the food;
- The microbiological status of the raw material(s);
- The effect of processing on the microbiological status of the food;
- The likelihood and consequences of microbial contamination and/or growth and inactivation during subsequent handling,

## CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Estudio de Estabilidad				
Certificado No: 18-005				
Solicitud No: 18-005			R01-5.10 07	
Fecha de recepción: 29 de enero de 2018			Fecha de ejecución de ensayos: 2018-01-29 al 2018-02-14	
Información del cliente:				
Empresa:		C.I./RUC: 0503803629		
Representante: Diana Carolina Robayo Garzón		Tif: 032266808		
Dirección: Latacunga		Celular: 0987867659		
Ciudad: Latacunga		E mail: carito.0712@outlook.es		
Descripción de las muestras:				
Producto: Frutillas con recubrimiento de mucilago de chia y aceite esencial de naranja		Peso: 5 unidades de 200g		
Marca comercial: n/a		Tipo de envase: plástico		
Lote: n/a		No de muestras: una		
F. Elb.: n/a		F. Exp.: n/a		
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:		Almac. en Lab: 15 días		
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:		Muestreo por el cliente: 29 de enero de 2018		
RESULTADOS OBTENIDOS				
Características Organolépticas				
Color: Característico		Olor: Característico		
Contenido declarado: 200 g		Contenido encontrado: 200 g		
ESTUDIO DE ESTABILIDAD				
Envejecimiento : Normal en refrigeración		Temperatura: 2 a 8°C		
Tiempo de estudio: 10 días		Fecha Inicio: 29 de enero de 2018		
		Fecha Finalización: 07 de febrero de 2018		
Ensayos solicitados	Unidades	Primer Control de Estabilidad (día 1)	Segundo Control de Estabilidad (5 días)	Tercer Control de Estabilidad (10 días)
		29 de enero de 2018	02 de febrero de 2018	07 de febrero de 2018
Mohos	UFC/g	<10	10(e)	<10
Levaduras	UFC/g	<10	50(e)	40(e)
Aerobios Mesófilos	UFC/g	80(e)	60(e)	40(e)
*Sólidos solubles	*Bx	9,00	9,00	9,00
*Acidez	mg/100g ácido cítrico	0,919	0,915	0,916
CONCLUSIÓN: De acuerdo a los resultados obtenidos, el periodo de vida útil del producto Frutillas con recubrimiento de mucilago de chia y aceite esencial de naranja es de 12 días				
				
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si				
Fecha de emisión del certificado: 14 de febrero de 2018				

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra analizada. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.

Certificado parcial No:18-005				Pág.:2 de 2		
Frutillas con recubrimiento de mucilago de chia y aceite esencial de naranja	00518006	T4A2B2	Tercer Control de Estabilidad 10 días			
			Mohos	PE02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 20, 2016	UFC/g	<10
			Levaduras	PE02-5.4-MB AOAC 997.02. Ed 20, 2016	UFC/g	40(e)
			Amoebias Mesófilas	PE03-5.4-MB AOAC 996.12. Ed 20, 2016	UFC/g	40(e)
			*Sólidos solubles	AOAC 932.12 Ed 20, 2016 / INEN 380	*Bx	9,00
			*Acidez	AOAC 942.15. Ed 20, 2016	mg/100g ácido cítrico	0,916
Conds. Ambientales: 18,5°C; 46%HR						
Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE						
Los resultados marcados con (e) son valores estimados de conteo, en la dilución más baja.						
 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: SI						
Fecha de emisión del certificado: 14 de febrero de 2018						
<small>Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.            No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.            *La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente.</small>						