



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A PARTIR DEL MUCÍLAGO
DE SÁBILA (*Aloe vera*) COMO MÉTODO DE CONSERVACIÓN DE LA GUAYABA.”**

**Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero
Agroindustrial.**

AUTOR:

Campaña Medina Welington Fabricio

TUTOR:

Ing. Msc. Fernández Paredes Enrique Manuel

Latacunga- Ecuador

Febrero 2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, WELIGTON FABRICIO CAMPAÑA MEDINA con C.I 1804610200 declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A PARTIR DEL MUCÍLAGO DE SÁBILA (*Aloe Vera*) COMO MÉTODO DE CONSERVACIÓN DE LA GUAYABA.”

Siendo el Ing. Msc. Fernández Paredes Enrique Manuel, 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 nuestra exclusiva responsabilidad.

.....
Campaña Medina Welington Fabricio

C.I.: 180461020-0

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 Campaña Medina Welington Fabricio, identificada/o con C.C. N°1804610200, de estado civil soltero y con domicilio en la Ciudad de Píllaro quien en lo sucesivo se denominará **EL 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 **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA/EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A PARTIR DEL MUCÍLAGO DE SÁBILA (*Aloe Vera*) COMO MÉTODO DE CONSERVACIÓN DE LA GUAYABA.**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Unidad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico: Marzo 2013- Agosto 2013; Octubre 2018 - Febrero 2019

Aprobación HCA:

Tutor: Ing. Msc. Fernández Paredes Enrique Manuel.

Tema: “**APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A PARTIR DEL MUCÍLAGO DE SÁBILA (*aloe vera*) COMO MÉTODO DE CONSERVACIÓN DE LA GUAYABA.**”

CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA 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/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** 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/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** 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.
- e) 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 **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL 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 **LA CESIONARIA** 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/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

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

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, 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 8 días del mes de agosto del 2018.

.....
Campana Medina Welington Fabricio
C.I: 1804610200

EL CEDENTE

.....
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO.

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título **“APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A PARTIR DEL MUCÍLAGO DE SÁBILA (*aloe vera*) COMO MÉTODO DE CONSERVACIÓN DE LA GUAYABA.”**

De CAMPAÑA MEDINA WELINGTON FABRICIO 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 Honorable 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, 14 de febrero del 2019.

Tutor

.....
Ing. Msc. Fernández Paredes Enrique Manuel

C.I. 0501511604

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: **CAMPAÑA MEDINA WELINGTON FABRICIO** con el título de Proyecto de Investigación “**APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A PARTIR DEL MUCÍLAGO DE SÁBILA (*aloe vera*) COMO MÉTODO DE CONSERVACIÓN DE LA GUAYABA**” ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 14 de febrero del 2019

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Edwin Fabián Cerda Andino Mg.

CC: 05136980-5

Lector 2

Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa Mg.

CC: 050177393-1

Lector 3

Ing. Gabriela Alejandra Chacón Mayorga MSc.

CC: 171423017-2

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme la vida y la salud para permitirme culminar los estudios, por protegerme en todo lugar y ayudarme a levantarme cuando he tropezado.

A mi madre y padre por todo su esfuerzo y sacrificio, porque a pesar de todas las adversidades estuvieron a mi lado siempre apoyándome, porque me han enseñado que el éxito se consigue con esfuerzo y sacrificio, porque me brindaron lo mejor de ellos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por brindarme la oportunidad de haber concluido con los estudios de tercer nivel.

A la Carrera de Ingeniería Agroindustrial y sus catedráticos, por todo su conocimiento para formar buenos profesionales.

Por su gran colaboración como director de tesis, agradezco al Ing. Manuel Fernández MSc., al Ing. Fabián Cerda MSc., Ing. Eliana Zambrano MSc. y la Ing. Gabriela Chacón, que en forma oportuna y desinteresada me ayudaron y colaboraron cuando fue necesario; expreso mi más sincero agradecimiento.

A mis amig@s, todos aquellos que durante estos años se convirtieron en una familia, unos hermanos más con quien he compartido cada momento y a quienes les agradezco de todo corazón por brindarme su amistad y su cariño.

Dios les bendiga a todos, gracias una vez más.

Fabricio.

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de aplicar un recubrimiento comestible a partir del mucílago de sábila (Aloe Vera) como método de conservación de la guayaba. Esta es una fruta no reconocida por sus propiedades nutricionales y sensoriales; no obstante, su extrema delgadez de la corteza ocasiona que una cantidad considerable de esta fruta se pierda durante el manejo poscosecha, produciendo bajos rendimientos y pérdidas económicas a los agricultores que dependen de esta actividad. Para prolongar la vida en anaquel de las frutas y otros productos alimenticios se ha implementado el uso de recubrimientos comestibles que actúan mejorando la conservación del producto sin alterar sus características.

En este trabajo se evaluó el mucílago de sábila como recubrimiento comestible en guayaba. En la fase experimental se empleó el diseño completamente al azar DCA, donde el Factor A corresponde a la temperatura de almacenamiento de guayaba fresca (4°C, y 18°C) y el Factor B corresponde a los niveles de concentración del recubrimiento de (*Aloe vera* más glicerol) (95%+5%, 97 %+3% y 99%+1%). El efecto del recubrimiento de la guayaba se determinó mediante análisis: microbiológicos (recuento de mohos y levaduras), químicos (pH, Grados Brix, acidez titulable) y físicos (color, textura, peso).

El uso combinado del recubrimiento comestible y refrigeración, concluyó con una valoración del periodo de vida útil de la fruta, siendo para la guayaba T3 (99% de aloe vera y 1% de glicerol temperatura de almacenamiento 4°C) que prolongó en 16 días, esto se debe a que el recubrimiento actúa como barrera a la transferencia de agua y gases, y su habilidad para servir como transporte de agentes antioxidantes y antimicrobianos, lo que reduce la velocidad de envejecimiento de la fruta, además priva el crecimiento microbiano, de esta manera se conservó todas las características de la guayaba.

Palabras clave: Recubrimiento comestible, aloe vera, guayaba.

ÍNDICE

| Contenido | Pág. |
|--|-------------|
| PORTADA..... | i |
| DECLARACIÓN DE AUDITORÍA..... | ii |
| CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR..... | iii |
| AVAL DE TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN | vi |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN | vii |
| DEDICATORIA..... | viii |
| AGRADECIMIENTO..... | ix |
| RESUMEN..... | x |
| ABSTRACT | xi |
| ÍNDICE..... | xii |
| | |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL..... | 1 |
| 2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO | 2 |
| 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO..... | 3 |
| 3.1. Beneficiarios directos | 3 |
| 3.2. Beneficiarios indirectos..... | 3 |
| 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| 5. OBJETIVOS..... | 4 |
| 5.1. Objetivo General | 4 |
| 5.2. Objetivos Específicos | 4 |
| 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS | 5 |
| 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA | 6 |
| 7.1. Antecedentes | 6 |
| 7.2. Fundamentación teórica..... | 9 |
| 7.2.1. RECUBRIMIENTO COMESTIBLE..... | 9 |

| | | |
|------------|---|----|
| 7.2.1.1. | Recubrimientos a base de biopolímeros para frutas. | 9 |
| 7.2.1.2. | Biopolímeros para recubrimientos comestibles..... | 10 |
| 7.2.1.2.1. | Proteínas..... | 11 |
| 7.2.1.2.2. | Lípidos | 11 |
| 7.2.1.2.3. | Polisacáridos..... | 11 |
| 7.2.1.3. | Propiedades de los Recubrimientos comestibles | 12 |
| 7.2.2. | SÁBILA | 15 |
| 7.2.3. | Aloe vera..... | 15 |
| 7.2.4. | Uso del Aloe vera en la industria alimentaria. | 16 |
| 7.2.5. | Beneficios y composición nutricional de Aloe vera. | 16 |
| 7.3. | GLICEROL | 17 |
| 7.4. | ALGINATO DE SODIO | 17 |
| 7.5. | GUAYABA | 17 |
| 7.5.1. | Origen y taxonomía | 19 |
| 7.5.2. | Características botánicas. | 19 |
| 7.5.3. | Características | 20 |
| 7.5.4. | Variedades..... | 20 |
| 7.5.5. | Clasificación..... | 21 |
| 7.5.5.1. | Grado I..... | 21 |
| 7.5.5.2. | Grado II..... | 25 |
| 7.6. | Beneficios..... | 22 |
| 7.6.1. | Contenido Nutricional | 22 |
| 7.7. | Propiedades para la salud | 25 |
| 7.7.1. | Utilidad | 25 |
| 7.7.2. | Consumo | 25 |
| 7.7.3. | Características fisicoquímicas | 26 |

| | |
|--|----|
| 7.7.4. Pérdida de peso..... | 26 |
| 7.7.5. pH..... | 26 |
| 7.8. Marco conceptual..... | 27 |
| 7.8.1. Glosario de términos | 27 |
| 8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS..... | 31 |
| 8.1. Hipótesis nula | 31 |
| 8.2. Hipótesis afirmativa | 31 |
| 9.METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 31 |
| 9.1.Diseño y modalidades | 31 |
| 9.1.1. Investigación bibliográfica –documental..... | 31 |
| 9.1.2. Investigación experimental o de laboratorio. | 31 |
| 9.2.Tipos de investigación..... | 32 |
| 9.2.1.Investigación aplicada:..... | 32 |
| 9.2.2. Investigación experimental:..... | 32 |
| 9.2.3. Investigación tecnológica:..... | 32 |
| 9.3. Métodos de investigación..... | 32 |
| 9.3.1. Método científico:..... | 32 |
| 9.3.2. Método deductivo:..... | 32 |
| 9.3.3. Método inductivo:..... | 32 |
| 9.4.Técnicas de investigación..... | 32 |
| 9.4.1. Observación:..... | 32 |
| 9.4.2. Encuestas:..... | 33 |
| 9.5.Instrumentos | 33 |
| 9.5.1. Fichas de observación:..... | 33 |
| 9.5.2. El cuestionario: | 33 |

| | |
|---|----|
| 9.6. Metodología de elaboración del recubrimiento comestible a partir del mucilago de sábila. | 33 |
| 9.6.1. Formulación | 33 |
| 9.6.1.1. Materia prima | 33 |
| 9.6.1.2. Reactivos..... | 33 |
| 9.6.1.3. Materiales | 34 |
| 9.6.1.4. Equipos..... | 34 |
| 9.6.2. Metodología | 34 |
| 9.6.2.1. Lavado y desinfección de equipos | 34 |
| 9.6.2.2. Recepción de la materia prima | 34 |
| 9.6.2.3. Control de calidad de la materia prima | 34 |
| 9.6.2.4. Desinfección | 35 |
| 9.6.2.5. Secado de la materia prima | 35 |
| 9.6.2.6. Preparación del musílogo | 35 |
| 9.6.2.7. Preparación del recubrimiento..... | 35 |
| 9.6.2.8. Inmersión | 36 |
| 9.6.2.9. Secado | 36 |
| 9.6.2.10. Almacenamiento..... | 36 |
| 9.7. Diagrama de flujo de la aplicación del recubrimiento comestible a partir del musílogo de la sábila en la guayaba | 37 |
| 9.8. Balance de la materia de musílogo de sábila del mejor tratamiento..... | 38 |
| 9.9. Diseño experimental..... | 38 |
| 9.9.1. Cuadro de análisis de Varianza Anova..... | 39 |
| 9.10. Cuadro de variables..... | 40 |
| 10. ANÁLISIS DE RESULTADOS..... | 41 |
| 10.1. Determinación de grados °BRIX..... | 41 |

| | |
|--|----|
| 10.2. Determinación de pH..... | 43 |
| 10.3. Determinación de pérdida de peso..... | 45 |
| 10.4. Firmeza..... | 48 |
| 10.5. Análisis microbiológico..... | 49 |
| 11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)..... | 50 |
| 11.1. Impactos sociales | 50 |
| 11.2. Impactos ambientales | 50 |
| 11.3. Impactos económicos | 50 |
| 12. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO | 51 |
| 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 52 |
| 13.1. Conclusiones..... | 52 |
| 13.2. Recomendaciones..... | 52 |
| 14. BIBLIOGRAFÍA | 53 |
| 15. ANEXOS..... | 56 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Clasificación Taxonómica del aloe vera..... | 16 |
| Tabla 2. Clasificación taxonómica guayaba rosada..... | 19 |
| Tabla 3. Calibres de la guayaba..... | 22 |
| Tabla 4. Composición química y nutricional de la guayaba..... | 24 |
| Tabla 5. Formulación del recubrimiento comestible a partir del mucílago de sábila. ... | 33 |
| Tabla 6. Formulación para la elaboración del mucílago de sábila (aloe vera) como método de conservación de la guayaba | 35 |
| Tabla 7. Factores de estudio..... | 39 |
| Tabla 8. Cuadro de Análisis de Varianza ANOVA..... | 39 |
| Tabla 9. Tratamientos de estudio..... | 39 |
| Tabla 10. Cuadro de variables..... | 40 |
| Tabla 11. Análisis de varianza porcentaje de °BRIX..... | 41 |
| Tabla 12. Medias de °BRIX..... | 42 |
| Tabla 13. Variable de pH..... | 44 |

| | |
|--|----|
| Tabla 14. Medias de pH | 44 |
| Tabla 15. Análisis de varianza del peso | 46 |
| Tabla 16. Resultados no significativos del peso | 46 |
| Tabla 17. Resultados significativos del peso | 46 |
| Tabla 18. Medias de peso | 47 |
| Tabla 19. Medidas de firmeza | 48 |
| Tabla 20. Análisis microbiológico | 49 |

ÍNDICE DE IMÁGENES

| | |
|---|----|
| Imagen 1. Sábila (<i>Aloe barbadensis Miller</i>) descripción de su aspecto y su gel | 13 |
| Imagen 2. Guayaba (<i>Psidium guajava</i>) en la post cosecha..... | 18 |
| Fotografía 3. Recepción de la materia prima. | 34 |
| Fotografía 4. Control de calidad de la materia prima. | 34 |
| Fotografía 5. Desinfectado de la guayaba y sábila | 35 |
| Fotografía 6. Secado de la materia prima | 35 |
| Fotografía 7. Preparación del mucílago..... | 35 |
| Fotografía 8. Preparación del recubrimiento..... | 35 |
| Fotografía 9. Inmersión..... | 36 |
| Fotografía 10. Secado | 36 |
| Fotografía 11. Almacenamiento..... | 36 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gáfrico 1. Metodología del proceso de recubrimiento comestible..... | 38 |
| Gáfrico 2. Balance de materia de mucílago de sábila del mejor tratamiento | 38 |
| Gáfrico 3. Resultados de las medias °Brix | 43 |
| Gáfrico 4. Variable de las medias del pH..... | 45 |
| Gáfrico 5. Resultados de las medias de peso..... | 47 |
| Gáfrico 6. Resultados de las medias de firmeza | 48 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Lugar de ejecución. | 56 |
| Anexo 2. Tutor de titulación..... | 57 |
| Anexo 3. Autor de titulación. | 58 |
| Anexo 4. Análisis microbiológico del mejor tratamiento | 59 |
| Anexo 5. Aval de traducción. | 60 |
| Anexo 6. Fotografías del proceso de elaboración del recubrimiento del mucílago..... | 61 |

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:

Aplicación de un recubrimiento comestible a partir del mucílago de sábila como método de conservación de frutas.

Fecha de inicio: Abril 2018

Fecha de finalización: Febrero 2019

Lugar de ejecución:

País: Ecuador

Provincia: Cotopaxi-Zona 3

Cantón: Latacunga

Barrio: Salache

Parroquia: Eloy Alfaro

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Coordenadas en X: 998997

Coordenadas en Y: 78623750

Dirección: Km 7.53 vía Salache (Anexo 1)

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Carrera de Ingeniería Agroindustrial

Proyecto de investigación vinculado:

Tecnologías para la obtención y estabilización del mucílago de plantas para uso industrial

Equipo de trabajo:

Tutor de titulación: Ing. Msc. Fernández Paredes Enrique Manuel (Anexo 2)

Estudiante:

Campaña Medina Welington Fabricio (Anexo 3)

Área de conocimiento:

Ingeniería, Industria y Construcción

Línea de investigación:

Investigación, producción, desarrollo de tecnologías y estudios de inversión de proyectos agroindustriales.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Industria y Producción.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La guayaba (*Psidiumguajava L.*) es uno de los frutales climatéricos tropicales y subtropicales con amplia aceptación a nivel global (Gutiérrez et al., 2008) con un alto valor nutricional, que unido a lo rentable de su cultivo, ha posibilitado que adquiriera gran importancia económica en varias regiones del mundo (Sanabria et al., 2005; Vasco et al., 2003, Lima et al., 2002). Su etapa de crecimiento es favorable, ya que puede darse en diversas condiciones climáticas, situación que ha dado paso a que sea introducido a muchos países.

Durante su ciclo de vida, la guayaba sufre cambios en su composición. Estos son de importancia para comprender los procesos metabólicos relacionados con el desarrollo, maduración, desarrollo de óptimas cualidades sensoriales y aparición de síntomas relacionados con los fenómenos de ablandamiento enzimático. Los cambios mencionados siguen su proceso una vez que los frutos son cosechados, dado que la actividad metabólica continúa variando de acuerdo al avance de la maduración (Bashir y Abu-Goukh, 2003), con la cual se relacionan directamente. Este hecho se debe a que los tejidos continúan respirando, entre otros componentes, sufren modificaciones que culminan en la producción de CO₂ y H₂O (García, 2017).

Por lo expuesto, es comprensible esperar una afectación directa en la demanda del producto y las preferencias del consumidor. Por ello, que es la necesidad de buscar alternativas que permitan aumentar el tiempo y calidad de conservación de los frutos por medio de sistemas de empaque que consideren la actividad respiratoria poscosecha. Dentro de este campo se encuentran los recubrimientos, los cuales disminuyen parcialmente el proceso respiratorio y retardan la fase de maduración, sin afectar las características organolépticas y propiedades nutricionales, presentando así grandes beneficios para la industria de alimentos y para el consumidor.

Los métodos de conservación que permiten mantener los atributos de calidad con características sensoriales de frescura resultan ser vitales para un mercado de consumidores que demanda día a día alimentos mínimamente procesados. La tecnología emergente de aplicación de recubrimientos comestibles (RC) sobre frutas, como sistema de conservación, ha venido ganando mucho desarrollo y posicionamiento debido a su relativo bajo costo frente a otras de mayor aplicación tecnológica como las atmósferas modificadas, controladas y los empaques activos entre otros (Restrepo, 2015).

El recubrimiento comestible actuará como barrera durante el procesamiento, manipulación y almacenamiento retardando el deterioro de frutas. Esto permitirá mantener la calidad de las frutas y

alargar la vida útil, tal es el caso del mucílago extraído de la sábila, que ha recibido un especial interés por la capacidad de actuar como recubrimiento.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos.

Generará ingresos tanto para el productor de sábila de la provincia de Cotopaxi que según el último censo poblacional es de 409205 habitantes de la provincia de Cotopaxi, de igual forma a los productores de la guayaba del país.

3.2. Beneficiarios indirectos.

Los consumidores de la guayaba, ya que el recubrimiento comestible a partir del mucilago de la sábila tiene propiedades conservadoras y que mediante la aplicación de este recubrimiento la guayaba tendrá una vida útil más duradera y garantizará la minimización de pérdidas en los productos, y a su vez se ofrecerán productos de alta calidad para los consumidores.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las frutas y hortalizas después de cosechadas continúan respirando y madurando, lo que implica una serie de cambios estructurales, bioquímicos y de componentes que son específicos de cada producto; las frutas y hortalizas están expuestas, además a la pérdida de agua debido a la transpiración (Arias, 2007).

Los principales efectos de un almacenamiento son la pérdida de peso, cambios de color y ablandamiento, los cuales son causados por la pudrición, debido principalmente a bacterias como *Pseudomonas* y a hongos como *Penicillium*, *Botrytis*, *Aspergillus* y *Fussarium* que pueden provocar importantes pérdidas en poscosecha y económicas. En periodos largos de almacenamiento los cambios en la firmeza incrementan la susceptibilidad al ataque y crecimiento de los microorganismos. La pérdida de calidad de frutas en poscosecha tiene una importancia significativa comercial y económica. Otro de los atributos importantes para la comercialización de la guayaba es el color. La reducción de la intensidad respiratoria minimiza las pérdidas de aroma, sabor, color, textura y calidad de otros atributos del producto almacenado, permitiendo conservar la calidad del fruto por mucho más tiempo.

Por ello se va realizar un recubrimiento comestible (RC), que son matrices continuas que pueden ser formadas por proteínas, polisacáridos y lípidos, las cuales proveen la posibilidad de mejorar la calidad de los alimentos mediante la limitación de migración de humedad, grasa, oxígeno y compuestos responsables del sabor, color y aroma.

Los RC en frutas y vegetales ayudan a extender la vida útil y retardar el proceso de envejecimiento, además de ser seguros para la incorporación de compuestos antimicrobianos. A través de la búsqueda del aprovechamiento y nuevos usos de diferentes materiales con propiedades fisicoquímicas, reológicas, microbiológicas y sensoriales aptas para su empleo como RCs se llegó a los mucílago.

Actualmente, el gel de sábila es el pilar fundamental de la alimentación ecológica, afecta actualmente a toda una gama de nuevos productos que aparecen cada día en el punto de venta bajo el slogan de sanos y saludables. Esto genera dos situaciones: por una parte, la posibilidad de aplicar las numerosas investigaciones desarrolladas tanto al mercado de producción convencional diferenciada como al ecológico y por otra, la revalorización de materias primas ecológicas que se pueden utilizar a su vez para la elaboración de esta nueva generación de productos como el recubrimiento comestible a partir del mucilago de sábila.

La guayaba presenta coloración marrón e incluso se puede presenciar moho al permanecer mucho tiempo expuesta al ambiente (con alto contenido de vitamina C) y deben transformarse tan pronto son cosechados (Ica, 1987).

Además, la aplicación de un recubrimiento comestible a partir del mucilago de sábila, formulado con materias primas de origen natural, biodegradables y por tanto respetuosas con el medio ambiente, se propone como método para mejorar la eficacia y/o abaratar los costes de aplicación de estos componentes.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Determinar el efecto del recubrimiento comestible a partir del mucílago de sábila como método de conservación de la guayaba en el almacenamiento.

5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la mejor formulación en la elaboración del recubrimiento comestible.
- Obtener los resultados de los análisis físicos y químicos de la guayaba recubierta durante el almacenamiento, para determinar el mejor tratamiento.
- Establecer la temperatura adecuada para la vida útil de la guayaba.
- Realizar análisis microbiológico del mejor tratamiento.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

| OBJETIVOS | ACTIVIDAD | RESULTADOS | MEDIOS DE VERIFICACIÓN |
|---|--|---|--|
| Determinar la mejor formulación en la elaboración del recubrimiento comestible. | Obtención el mucilago de la sábila. Determinación de los porcentajes de sábila y de glicerol. | Formulación B: Concentración del recubrimiento de aloe vera+glicerol b1: 95% +5% b2: 97% +3 b3:99% +1 | La mejor formulación del recubrimiento comestible es el t3 (99%de sábila y 1% de glicerol). |
| Obtener los resultados de los análisis físicos y químicos de la guayaba recubierta durante el almacenamiento. | Obtención la guayaba recubierta durante el almacenamiento. | Resultados obtenidos en el laboratorio. | Resultados del análisis físicos, color, pérdida de peso firmeza, químicos pH, acides, °Brix, |
| Establecer la temperatura adecuada para la vida útil de la guayaba. | Colocación las muestras en frascos esterilizados. | Temperatura de almacenamiento del producto terminado 4°C y 18°C. | La temperatura de almacenamiento es de 4°C |

| | | | |
|---|---|---|-----------------------------------|
| Realizar análisis microbiológico del mejor tratamiento. | Colocación las muestras en recipientes esterilizados. | Resultados microbiológicos del mejor tratamiento obtenido de los análisis físicos y químicos. Interpretación de los resultados obtenidos en el laboratorio. | Resultados del laboratorio SECLAB |
|---|---|---|-----------------------------------|

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Antecedentes

Según Martínez D. et al (2007), con el tema de investigación ALOE VERA GEL COMO RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN FRUTAS Y HORTALIZAS. Universidad Miguel Hernández-España y se llegó a la siguiente conclusión: En la sociedad actual las frutas y las hortalizas están expuestas a una larga cadena de procesos que se inician con la separación de la planta y acaban en los platos de los consumidores. Tanto la cereza como la uva de mesa son recolectadas manualmente, transportadas hasta la industria y envasadas. Todos estos pasos van a afectar a la calidad final del producto. La investigación en post-recolección debe ir encaminada a mantener la calidad y seguridad de los frutos y minimizar las pérdidas entre las fases de producción y consumo. Mediante el uso de Aloe vera gel como recubrimiento comestible, se ha conseguido retrasar los cambios relacionados con la maduración y senescencia (calidad organoléptica) así como reducir la contaminación microbiana (seguridad), y por tanto incrementar la vida útil de estos frutos.

Según Ramírez D. et al (2013), con el tema de investigación. BLACKBERRY CONSERVATION THROUGH THE APPLICATION OF EDIBLE COATING OF ALOE VERA MUCILAGINOUS GEL VITAE, llegaron a las siguientes conclusiones: La aplicación del recubrimiento comestible a base del mucílago de penca sábila, cera carnauba y el glicerol como método de conservación mostró mejores resultados, retrasando los cambios en las variables como contenido de sólidos solubles totales, acidez y pH, además disminuyó la permeabilidad de los gases y de vapor de agua, permitiendo que la relación de intensidad respiratoria y la pérdida de peso fueran en una proporción menor a la mora in recubrir (control), lo que permitió mantener la calidad de la fruta hasta 10 días de almacenamiento en refrigeración. La pérdida de firmeza disminuyó hasta un 50% por efecto del RC tanto por análisis instrumental como sensorial. El uso del RC, a base de mucílago de Aloe vera, retrasó los cambios de color, el crecimiento de microorganismos mesófilos y mohos y levaduras, en

comparación con las moras sin recubrimiento. El análisis sensorial mostró que la aplicación del RC mejoró la percepción de los atributos evaluados por los jueces entrenados en comparación con los frutos control.

Según Restrepo, & Aristizábal (2010), con el tema de investigación CONSERVATION OF STRAWBERRY (FRAGARIA X ANANASSA DUCH CV. CAMAROSA) BY EDIBLE COATING APPLICATION OF SABILA GEL MUCILAGE (ALOE BARBADENSIS MILLER) AND CARNAUBA WAX. VITAE, llegaron a las siguientes conclusiones: Este estudio muestra que los RC a base de mucílago de penca sábila aplicados sobre fresas frescas logran aumentar su vida útil en 10 días, disminuyendo las pérdidas de humedad, el índice de respiración, manteniendo la firmeza y produciendo mínimas variaciones perceptibles de color, en comparación con los frutos sin recubrimiento utilizados como tratamiento control. En el análisis sensorial, la aplicación de ambos recubrimientos satisfizo la percepción de los jueces en lo relativo a los parámetros de color, olor, textura y sabor hasta el décimo día de almacenamiento, en comparación con los frutos control. La adición de cera de carnaúba al RC de mucílago demuestra un efecto favorable frente a las pérdidas de humedad a los 7 y 10 días, y un significativo mantenimiento de la firmeza del fruto a los 10 días de almacenamiento. La evaluación sensorial permite establecer que las fresas recubiertas con ambos tratamientos, mucílago y cera, mantuvieron el atributo de sabor hasta el día 10, mientras las fresas control suscitan rechazo a los 5 días de almacenamiento.

Según RAMÍREZ, J. D., Aristizabal, I. D., & RESTREPO, J. I. (2013), con el tema de investigación CONSERVACIÓN DE MORA DE CASTILLA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE GEL DE MUCÍLAGO DE PENCA DE SÁBILA, llegaron a las siguientes conclusiones: Las condiciones óptimas para mantener la calidad durante el almacenamiento son 5°C y 36.85% de sábila en el recubrimiento, bajo estas condiciones la carambola entera presenta un índice de daños de 0.57, 53.74 % Pérdida de Peso, desarrollo ligero de manchas, ligero pardeamiento, 90.8 °Hue tonalidad amarilla, firmeza de 4.64 Kg/cm², con una concentración de 4.99 °Brix, acidez de 0.00159 % expresado en ácido cítrico y pH de 2.19, por otro lado las condiciones para reducir significativamente el desarrollo de Botrytis cinérea son a 15 °C y el recubrimiento E1: 35 % de sábila.

La cinética de deterioro de los atributos físicos tienden a reducirse en las muestras conservadas a 5°C tratadas con el recubrimiento de 55% de sábila, pierden 0.44% menos peso con respecto a la muestra control, la cinética para los atributos químicos tiende a reducirse moderadamente en muestras conservadas a 15°C tratadas con el recubrimiento de 55% de sábila, retardando la maduración y

senescencia, los °Brix y la acidez prolongan la vida de las muestras en 1 día, en ambos casos y el pH presenta un tiempo de vida muy corto por tanto no relevante, los valores de Q10 no modifica la velocidad de reacción en ninguno de los indicadores químicos.

Finalmente, las muestras conservadas a 5°C tratadas con cualquier recubrimiento presentan sabor, color y textura similar a la muestra control, el aroma característico reduce ligeramente al aplicar un recubrimiento de mayor concentración de sábila en las muestras.

Según Zúñiga García, D. E. (2016), con el tema de investigación CONSERVACIÓN DE FRUTILLAS (FRAGARIA SP.) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE GEL DE MUCILAGINOSO DE PENCA SÁBILA (*Aloe Barbadencis Miller*) llegó a las siguientes conclusiones: Un recubrimiento comestible no intenta sustituir a los empaques sintéticos diseñados para los alimentos para almacenamiento prolongado, sino más bien aportar con la capacidad de actuar como un agregado que mejore la calidad del alimento, aumentando su vida útil de anaquel y la eficiencia de los empaques. Sin embargo, no se descarta la acción protectora que está generando el *Aloe vera*, actuando como recubrimiento comestible alternativo a las ya formas usuales actuales empleadas para este fin, se recomienda hacer un estudio exhaustivo del gel de *Aloe vera*, sus especies, así como su composición antes de ser aplicadas.

Según Salinas, A. J., & Corales Chauca, F. E. (2014), con el tema de investigación EFECTO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES A BASE DE GEL DE MUCÍLAGO DE PENCA DE SÁBILA (ALOE BARBADENSIS MILLER) EN LA VIDA ÚTIL DE LA FRESA (FRAGARIA ANANASSA) llegaron a las siguientes conclusiones: Los recubrimientos comestibles formuladas a base de Gel de *Aloe Vera*, Glicerol, Concentraciones de CMC y Lecitina de Soya prolongo las características fisicoquímicas y organolépticas de la fresa por un periodo de 10 días almacenadas en refrigeración a temperatura de $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, encontrándose que la formulación optima es la del tratamiento T8 formulada con *Aloe vera*, 5% de glicerol y 2% de lecitina de soya seguida por el tratamiento T4 formulada con *Aloe vera*, 5% de glicerol y 0.75% de CMC.

Con el Tratamiento 8 (*Aloe Vera* + 5% de Glicerol + 2% de Lecitina de Soya): se minimiza la pérdida de peso en un 1.64%, acidez en un 0.06%, vitamina C en un 0.97%, tasa de respiración en un 50% de $\text{mi de CO}_2/\text{Kg.h}$, textura en un 8.23MJ, luminosidad en un 2.333 y azúcares reductores en un 48.68% en la fresa durante el almacenamiento por 10 días a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

7.2. Fundamentación teórica

7.2.1. RECUBRIMIENTO COMESTIBLE.

Un recubrimiento comestible (RC) se define como una capa delgada formada por materiales comestibles depositada sobre la superficie del alimento con el propósito es extender su vida útil y proporcionar una efectiva barrera contra los riesgos que generan las condiciones ambientales existentes. Estos pueden estar constituidos por materiales poliméricos como proteínas o polisacáridos en solución hidro coloide, que actúan como un sistema mejorador de las propiedades mecánicas y de barrera. La inclusión de lípidos, ácidos grasos de cadena larga, resinas, aceites, ceras como carnauba (CC), candelilla y cera de abejas en emulsión, por su carácter lipolítico, les permiten actuar como barrera al vapor de agua, disminuyendo su permeabilidad a niveles intermedios y actuando como sistema regulador de la transpiración en vegetales. Específicamente los RC aplicados sobre frutos actúan como un sistema protector generando una atmósfera modificada que retrasa la maduración en frutas climatéricas y no climatéricas, ayuda a conservar la apariencia, disminuyen la transpiración, la pérdida de aromas y mejoran la textura (Q et al., 2013).

Según (Vázquez M. & Guerreo J., 2013) el uso de recubrimientos comestibles es una tecnología que está ganando importancia para prolongar la vida útil de frutas frescas y mínimamente procesadas, debido a que actúan como una barrera contra la humedad. La pérdida de humedad en frutas, disminuye su firmeza y peso provocando cambios en el sabor y la apariencia. Además, presentan permeabilidad a gases, en fruta almacenada disminuye su respiración, evita pérdida de compuestos volátiles y retarda la oxidación enzimática. Estos reducen la abrasión durante la manipulación de la fruta y son portadores de ingredientes funcionales (antimicrobianos y antioxidantes). Se elaboran a partir de lípidos, polisacáridos, proteínas o combinaciones, actualmente es una investigación a gran alcance debido a la necesidad del consumo de alimentos saludables.

7.2.1.1 Recubrimientos a base de biopolímeros para frutas.

El uso de recubrimientos comestibles en alimentos es nuevo, desde hace mucho tiempo se ha aplicado. Durante los siglos XII y XIII se practicó en China la inmersión en cera de naranjas y limones para retardar la pérdida de agua. En el siglo xvi, en Inglaterra, el recubrimiento con manteca fue utilizado para prevenir la pérdida de humedad en alimentos. Actualmente recubrimientos comestibles son aplicados en una variedad de productos como: embutidos, chocolate, nueces, vegetales y frutas (Kroachta, Baldwin y Nísperos, 2013).

Un recubrimiento comestible se puede definir como una matriz continua delgada, que posteriormente será utilizada en forma de recubrimiento del alimento o estará ubicada entre los componentes del

mismo. El uso de recubrimientos comestibles en frutas frescas y mínimamente procesadas como cítricos, manzanas y pepinos procesados ha sido utilizado para mantener la calidad y prolongar su vida útil. Los recubrimientos comestibles en frutas crean una atmósfera modificada en el interior de éstas, reduciendo la velocidad de transpiración y retrasando el proceso de senescencia, debido a que crean una barrera semipermeable a gases como O₂, CO₂ y vapor de agua. Esto retrasa el deterioro de la fruta causado por la deshidratación, mejora las propiedades mecánicas, ayuda a mantener la integridad estructural del alimento y a retener compuestos volátiles.

La efectividad de un recubrimiento comestible en frutas depende del control de la humectabilidad, y de la capacidad de la matriz para mantener compuestos de diversa funcionalidad (plastificantes, antimicrobianos, antioxidantes, sabores y olores) debido a que la pérdida de los componentes afecta el espesor del recubrimiento y su solubilidad en agua.

El uso de recubrimientos comestibles en frutas se basa en algunas características como costo, disponibilidad, atributos funcionales, propiedades mecánicas (tensión y flexibilidad), propiedades ópticas (brillo y opacidad), su efecto frente al flujo de gases, resistencia estructural al agua y a microorganismos, así como a su aceptabilidad sensorial.

Estas características son influenciadas por parámetros como el tipo de material empleado como matriz estructural (conformación), masa molecular, distribución de cargas, condiciones bajo las cuales se preforman los recubrimientos (tipo de solvente, pH, concentración de componentes y temperatura), y el tipo y concentración de los aditivos (plastificantes, agentes entrecruzantes, antimicrobianos, antioxidantes o emulgentes) (Quintero, Pascual & Muñoz, 2010).

Según (Campos, Gerschenson y Flores, 2011). Los recubrimientos comestibles se elaboran a partir de una variedad de productos agrícolas y/o residuos de la industrialización de productos de alimentos.

7.2.1.2. Biopolímeros para recubrimientos comestibles.

Los biopolímeros utilizados para los recubrimientos de frutas, al ser consumidos deben ser inocuos evitando causar riesgos a la salud del consumidor. Las soluciones formadoras de recubrimientos comestibles pueden incluir polisacáridos, compuestos de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de los mismos, la última permite aprovechar las propiedades de cada compuesto y la sinergia entre ellos (Quintero et al., 2010). Dependiendo de las sustancias que los forman, los recubrimientos comestibles presentan ciertas propiedades mecánicas y de barrera al H₂O, O₂ y CO₂.

7.2.1.2.1 Proteínas

Las proteínas forman recubrimientos con barreras más débiles que los polisacáridos al vapor de agua por su naturaleza hidrofílica, pero por otro lado, desarrollan muy buenas propiedades de barrera al oxígeno, lo que ayuda a controlar el intercambio de gases entre el fruto y el medio ambiente (Baldwin, Nisperos, Hagenmaier y Baker, 2017), así como propiedades mecánicas que son muy favorables para recubrir alimentos (Lin y Zhao, 2015). La capacidad de diferentes proteínas para formar recubrimientos depende de su peso molecular, conformaciones, propiedades eléctricas y estabilidad térmica. Las proteínas de leche son la fuente más común para obtener recubrimientos (Campos et al., 2011). Las proteínas y polisacáridos son biopolímeros hidrófilos y se han combinado para formar recubrimientos comestibles compuestos (Cheng-Pei, Be-Jen y Yih-Ming, 2010).

7.2.1.2.2. Lípidos

Los lípidos ofrecen una buena barrera de humedad debido a su naturaleza hidrofóbica, lo que reduce la pérdida de agua en frutas recubiertas, además, mejoran el brillo de los frutos, los protegen contra la oxidación y crecimiento microbiano, sin embargo, su naturaleza no polimérica limita su capacidad para formar recubrimientos cohesivos. No obstante, los lípidos en una matriz de polisacárido, proporcionan resistencia mecánica al recubrimiento comestible. Al incorporar lípidos a soluciones de hidrocoloides para formar recubrimientos, se mejoran las características de barrera al agua (Campos et al., 2011).

7.2.1.2.3. Polisacáridos

Los polisacáridos derivados de celulosa (metilcelulosa mc, hidroximetil celulosa hmc, hidroxipropilmetil celulosa hpmc y carboxi metil celulosa cmc), pectinas, derivados de almidón, alginatos, carragenina, quitosano y gomas, son capaces de constituir una matriz estructural, permitiendo obtener recubrimientos comestibles transparentes y homogéneos, sin embargo, están limitados por su solubilidad en agua y pobre barrera a la humedad y propiedades mecánicas moderadas (Eum et al., 2009). Para mejorar sus propiedades mecánicas se utilizan mezclas con diferentes biopolímeros (Chambi y Grosso, 2011), se adicionan materiales hidrófobos como aceites, ceras o se modifica la estructura del polímero mediante métodos químicos. Un polisacárido que forma recubrimientos mecánicamente resistentes, flexibles, totalmente transparentes y resistentes a grasas y aceites es la celulosa.

A partir de almidones ricos en amilosa se forman recubrimientos con propiedades mecánicas adecuadas, sin embargo, debido al proceso de retrogradación puede ser afectada esta propiedad (Famá, Flores, Gerschenson y Goyanes, 2006).

Las gomas son polisacáridos de alto peso molecular, poseen propiedades coloidales, se dispersan en agua fría o caliente produciendo soluciones o mezclas con alta viscosidad. El alginato obtenido de algas marinas, tiene la capacidad de formar geles y soluciones viscosas a partir de las cuales se forman recubrimientos bastante frágiles con poca resistencia al agua (Campos et al., 2011).

Las carrageninas son polisacáridos naturales presentes en algas rojas, forman coloides viscosos o geles en medios acuosos, por lo que han sido estudiadas en el área de alimentos como recubrimientos comestibles mezclándolas con compuestos que inhiben el pardeamiento enzimático, presentando una barrera semipermeable contra el aire para controlar la tasa de respiración inicial en frutas mínimamente procesadas (Lee, Park, Lee y Choi, 2003).

Gomas obtenidas a partir de exudados de plantas (arábica, tragacanto y karaya), de semillas de plantas (garrofín y guar), así como por fermentación microbiana (xantana y gelana) han sido utilizadas como material para elaborar recubrimientos mezclándolas con almidón. El quitosano es un polímero natural derivado de la desacetilación de la quitina, componente principal de las conchas de los crustáceos, polisacárido catiónico de alto peso molecular que exhibe propiedades antibacterianas y actividad antifúngica. Recubrimientos a base de quitosano presentan buenas propiedades mecánicas y permeabilidades selectivas al CO₂ y O₂, este polímero se utiliza para mejorar la calidad y prolongar la vida útil de frutas frescas (Djioua et al., 2010).

7.2.1.3. Propiedades de los Recubrimientos comestibles

Según (De Ancos, González, Colina & Sánchez, 2015) Las propiedades que presentará el recubrimiento comestible dependerán del tipo de material utilizado en la formulación de la solución para elaborar el recubrimiento, de las condiciones de formación del recubrimiento, del tipo de plastificante, de la naturaleza del disolvente, de la velocidad de evaporación del disolvente y de su espesor. En la mayoría de los casos, la efectividad del recubrimiento cuando se aplica a frutas depende fundamentalmente de la permeabilidad al vapor de agua y a los gases, así como a sus adecuadas propiedades mecánicas. De acuerdo con (Restrepo, 2015) El mecanismo por el cual los recubrimientos conservan la calidad en frutas es debido a que crean una barrera física a los gases, produciendo una atmósfera modificada ya que reducen la disponibilidad de O₂ e incrementan la concentración de CO₂.

La permeabilidad de una barrera se calcula a partir de una combinación de la Ley de Fick para la difusión, y la Ley de Henry para la solubilidad. La permeabilidad al vapor de agua es una medida de la facilidad con la que el vapor de agua puede penetrar en un material. Se ha observado que al aumentar la concentración del plastificante se presenta un incremento proporcional de la permeabilidad al agua en recubrimientos comestibles de quitosano con gelatina.

El espesor de los recubrimientos comestibles es un parámetro importante, ya que afecta directamente las propiedades biológicas y la vida útil de la fruta cubierta. La eficacia del recubrimiento depende principalmente del control de la difusión de los componentes del revestimiento, la cual se ve afectada por el espesor de la película.

La mayoría de los recubrimientos comestibles son de naturaleza hidrofílica, encontrándose una relación con la permeabilidad al vapor de agua y el espesor de las películas (Gennadios, Weller y Gooding, 2013). A medida que el espesor del recubrimiento aumenta, se incrementa la resistencia a la transferencia de masa a través de ella, en consecuencia, la presión parcial de vapor de agua de equilibrio en la superficie inferior de la película se incrementa (McHugh, Avena-Bustillos y Krochta, 2013).

7.3. SÁBILA

La penca de sábila (*Aloe barbadensis* Miller) es utilizada desde las civilizaciones antiguas para aliviar la mayoría de las dolencias. De esta planta existe en el mundo aproximadamente una variedad de 300 especies, la más comercializada es la especie *Barbadensis*, que a nivel de mercado presenta una importante acogida ya que se utiliza como antioxidante, anti-inflamatorio, estimulador de los procesos digestivos, activador del sistema inmunológico, para cicatrizar quemaduras y daños sufridos en la piel (Martínez, Guillén & Valverde, 2014).

Imagen1. *Sábila (Aloe barbadensis Miller) descripción de su aspecto y su gel.*



Fuente: Ruiz C.

Específicamente el gel mucilaginoso de *Aloe vera* ha tenido diversas aplicaciones como ingrediente de alimentos funcionales, en helados, en bebidas a base de frutas, en yogures, en cosmetología y en medicina, gracias a la actividad biológica que poseen sus componentes como antiviral, purgativo, desinfectante, vermífugo y fungicida contra hongos patógenos entre otros.

Este método de conservación, además de actuar como un sistema de empaque durante el almacenamiento, retarda el deterioro, realza atributos de calidad y puede actuar frente a los microorganismos cuando se incorporan compuestos antimicrobianos que impiden su crecimiento y desarrollo. De igual manera, permiten la incorporación de antioxidantes, sales de calcio o ingredientes funcionales como minerales y vitaminas, o el empleo de biopolímeros y algunas proteínas de fuentes naturales (Famá et al., 2007; Cuq et al., 1998) disponibles en el mercado y que son ampliamente utilizados para mejorar la calidad.

La utilización del Aloe vera como método de envasado activo ocurre en el 2003 según (Martínez y Romero, et al., 2003) quienes registran la patente aplicación de Aloe vera como recubrimiento de frutas. En la composición del Aloe vera predominan los polisacáridos (Ni, et al., 2004), los estudios demuestran que es altamente como barrera de humedad sin incorporación de lípidos.

En lo referente al gel de Aloe vera, ésta contiene alrededor de 98,5% de agua, es rico en mucílagos. También están presentes otros polisacáridos con alto contenido en ácidos urónicos, fructosa y otros azúcares hidrolizables (Vega, et al., 2005). Recientemente el gel del aloe vera, ha tenido un interesante incremento en el uso en la industria de alimentos (Martínez, et al., 2006), ampliamente aceptado y usado para varios propósitos médicos, cosméticos, nutraceúticos (Ni, et al., 2004) y en alimentos funcionales (Vega, et al., 2005). Su comercialización se realiza como gel sin tratar (pulpa), como varios concentrados, y otras formas del producto modificado (Reynolds y Dweck, 1999).

El aloe vera y derivados de la sábila están en crecimiento, el incremento en el uso de gel de sábila para la elaboración de bebidas y productos cosméticos ha provocado un aumento en los precios a nivel internacional ya que la producción mundial no es suficiente para satisfacer la creciente demanda de este producto (Hurtado, 2007).

Los mucílagos son polisacáridos heterogéneos, que son formados con diferentes azúcares y en general ácidos urónicos. Estas se caracterizan porque forman disoluciones coloidales viscosas. Son constituyentes normales de las plantas y su uso en el recubrimiento de frutas cortadas no ha sido

todavía muy estudiado. Aquellas investigaciones recientes han señalado que el gel de la sábila (*Aloe vera*) puede prolongar la conservación de los productos (Martínez y Romero, 2006).

El gel del mucílago del *aloe vera* fue utilizado por primera vez en el 2005 por (Martínez, et al., 2006), en cerezas, que fueron almacenadas a 1°C y 95 %HR y evaluadas al 2, 6 9 13 y 16 días, se logró demostrar que retardó los procesos de maduración, redujo la pérdida de peso y bajó la tasa de respiración durante el tiempo de almacenamiento. (Castillo, et al., 2010), trabajaron el mismo recubrimiento en uvas almacenadas durante 35 días y almacenadas a 2°C, logrando inhibir el crecimiento de esporas microbianas y reducir el deterioro durante el almacenamiento en poscosecha.

7.3.1. Aloe Vera

Es originaria de África, de la península de Arabia, conocida también como Penca Sábila. Aloe es un género de la subfamilia *Asfodeloides* de la familia *Liliáceas* y especie *Aloe barbadensis* Miller, que se encuentra dentro de las más de 300 especies (Ni, et al., 2004), la planta puede alcanzar entre 2 y 3 metros de altura, las hojas son muy grandes y carnosas, formando grandes rosetones y con una espina recia en su extremo, armadas de otras espinas laterales más pequeñas. Cada hoja consta de dos partes, una corteza verde exterior y una pulpa interior clara. La pulpa es la mayor parte del volumen de las hojas, con apariencia clara y mucilaginosa (Ni, et al., 2004). Las células del parénquima en la pulpa de la hoja de la planta del aloe vera, es comúnmente conocida como gel de aloe vera (Saks y Barkai, 1995).

Actualmente es procesado industrialmente para la obtención de gel de *Aloe*, que se utiliza como ingrediente activo en la producción de diversos bienes comerciables como bebidas, cosméticos, productos para la salud, entre otros. La gran demanda que tiene el mercado por productos a base del gel de aloe vera ha incentivado a grandes empresas y estudios científicos a desarrollar el cultivo de sábila para la transformación industrial e implementar nuevas tecnologías en el proceso productivo.

Muchos de los beneficios asociados con el *aloe vera* han sido atribuidos al contenido de polisacáridos contenidos en el gel de las hojas. Estas actividades biológicas incluyen promoción del curado de heridas, actividad antifúngica, hipoglicemia o antidiabéticas, efecto anti inflamatorio, anti cancerígenas, propiedades inmune moduladoras y gastro protectoras (Hamman, 2008).

El aloe vera y derivados de la sábila están en crecimiento, el incremento en el uso de gel de sábila para la elaboración de bebidas y productos cosméticos ha provocado un aumento en los precios a

nivel internacional ya que la producción mundial no es suficiente para satisfacer la creciente demanda de este producto (Hurtado, 2007).

7.3.2. Uso del Aloe vera en la industria alimentaria.

Según (Eshun y He, 2004) En los últimos años ha aumentado una especial importancia al uso del Aloe vera en la industria de alimentos, mencionándose además que es como una fuente de alimentos funcionales, en diversas preparaciones como es el de bebidas saludables, en leche, helados y golosinas. Recientemente se ha establecido un protocolo de obtención y procesado de Aloe vera gel con el fin de garantizar la calidad y seguridad, (He, et al., 2005).

Tabla 1. Clasificación Taxonómica del Aloe vera.

| Reino: | Plantea |
|----------------------|------------------|
| División: | Magnoliophyta |
| Clase: | Liliopsida |
| Orden: | Liliales |
| Familia: | Liliáceas |
| Genero: | Aloe vera |
| Especie: | <i>Aloe vera</i> |
| Nombre común: | Sábila |

Fuente: (Funnegra, Jiménez, 2007).

7.3.3. Beneficios y composición nutricional de Aloe vera.

García (2012), menciona que la sábila está compuesta por: Agua 6-10%, Resina 40-80%, Aloína 20 %, Enzimas, Proteínas, Vitaminas (B12, B6, B5, B, A y C), aminoácidos: valina, metionina, fenilalanina, lisina y leucina, oligoelementos (manganeso, calcio, potasio, sodio, aluminio, hierro, zinc, cobre, plata, cromo, fósforo, titanio y germanio).

El gel de Aloe vera, contiene dos fuentes líquidas principales: un látex amarillento (exudado) y un gel claro (mucilago). El látex amarillo está compuesto principalmente por derivados de antraquinonas (Aloína y Aloeemodina) y compuestos fenólicos, mientras que el gel mucilaginoso contiene fundamentalmente polisacáridos de tipo glucomanano, manano, glucano, arabinogalactano y galactoglucoarabinomanano (Martnez-Romero et all., 2015). Tiene propiedades medicinales. Se cultiva a nivel de huerto para usar en el caso de quemaduras y otras heridas de la piel (generalmente se aplica la savia gelatinosa o se parte una hoja y se aplica directamente; promueve la circulación de

la sangre y con esto la cicatrización). Tomado es un laxante muy fuerte y su uso es de cuidado. Se cultiva también a nivel comercial para utilizar como componente en cremas, champúes y otros productos de cuidado de la piel.

El grupo de Investigación Martínez-Romero et al., en el año 2003 registró la Patente para el uso de *Aloe vera* como recubrimiento de frutas y hortalizas. Se seleccionaron cerezas, y racimos de uva. Los periodos de conservación fueron de 16 y 21 días, respectivamente, tanto en cerezas como en uvas tratadas con *Aloe vera* se redujo la tasa de respiración, se retrasaron las pérdidas de peso y firmeza así como la evolución del color y el incremento en el índice de maduración (relación °Brix/acidez) (Martnez-Romero et al., 2015).

7.4. GLICEROL

El uso del glicerol o lo que se denomina como glicerina para el presente trabajo de anteproyecto el mismo que es un compuesto alcohólico con tres grupos $\pm\text{OH}$ (hidroxilos). Es fácilmente soluble en agua se descompone en ebullición en una temperatura de 290°C . Tiene como característica un aspecto líquido viscoso, no tiene color, pero si un característico olor, además de un sabor dulzón.

El glicerol se encuentra en todos los tipos de aceites, así como en las grasas animales o vegetales, siempre que éstas vayan asociadas a otros ácidos grasos como puede ser, por ejemplo, el oleico, o esteárico. (Méndez, 2010)

7.5. ALGINATO DE SODIO

Es un polisacárido abundante y presente en las algas marinas comprenden hasta un 40% de su peso seco. Son aquellos componentes estructurales de la pared celular de las algas, cuya función principal es dar rigidez, elasticidad, flexibilidad y capacidad de enlazar agua. (Hernández, et al., 2005).

Está siendo ampliamente utilizado en la industria alimentaria como agente texturizante y gelificante (Mancini y Mc Hugh, 2000) (Yan y Paulson, 2000, 2003). La utilización está dada por sus propiedades coloidales y su habilidad para formar fuertes geles (Rhim, 2004), presentan buenas características para ser empleados como películas comestibles. (Hershko, et al., 1996).

7.6. GUAYABA

La especie *Psidiumguajava L.*, denominada comúnmente guayaba, pertenece a la familia *Myrtaceae*. Se trata de un arbusto de hasta 7 m de altura, escasamente ramificado, que se encuentra en todo el país, incluso en las montañas a considerables alturas; las hojas son aromáticas, de 4-8 cm de longitud,

con los nervios prominentes en la cara inferior; las flores son blancas, vistosas y su fruto es carnoso, de forma y tamaño variables.

Se usa en la medicina herbolaria para combatir diferentes enfermedades como hemostático,1 antiséptico, astringente, antidisentérico,1-3 tratamiento de la diabetes, digestivo y anticatarral, entre otros usos.

De acuerdo a Martínez, Molina & Beocurt (2014), la guayaba es una fruta tropical deliciosa, climatérica, con un alto grado de vitamina C, aceite esencial, carbohidratos, taninos, flavonoides, esteroides y alcaloides al grado que puede sustituir a la naranja, es de una forma un tanto esférica, recubierta de una piel delgada de color verde muy brillante y va tornándose amarilla conforme va madurando; en el interior contiene pulpa de color rosa pálido con muchas semillas pequeñas. La guayaba posee un sabor dulce con toque ácido y de una textura muy suave. La fruta puede pesar entre 50g y 80g, de un diámetro aproximado entre 40mm y 50mm, se considera que llega a su madurez fisiológica cuando llega a un contenido de °Brix de $8,0 \pm 0,5$.

Imagen2. *Guayaba (Psidiumguajava) en la post cosecha.*



Fuente: Yosef M.

El manejo poscosecha de la guayaba es muy minucioso, ya que la fruta es muy delicada a los golpes caídas y estropeos, debido a que se degrada y se daña; es por eso que la guayaba comercializada en mercados sin un buen manejo se deteriora con mucha facilidad o no se ve atractiva al consumidor.

A la guayaba se la conoce como la fruta reina por su importante valor nutritivo y por ser excelente fuente de ácido ascórbico, precursor de importantes vitaminas (Yusof y Mohamed, 1987). Fruta semiácida, originaria de la América tropical específicamente de Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, México, Costa Rica, Puerto Rico; La producción en nuestro país en alta, actualmente se encuentra en

casi todo el año, beneficiosamente aquí en nuestro territorio se comercializa como fruta fresca y pulpa, mientras en el exterior se exporta solo como pulpa.

El favorecimiento está en la de sus componentes, en el cual se encuentra de manera mayoritaria el contenido de agua, bajo valor calórico, escaso aporte de hidratos de carbono y menor en proteínas y grasas. Sobresale en su contenido en vitamina C; en la que destaca que concentra unas siete veces más que la naranja. Aporte en menor medida vitaminas del grupo B (niacina o B3). Su aporte de fibra es elevado por lo que posee un suave efecto laxante y previene o reduce el riesgo de ciertas alteraciones. En el caso de los minerales destaca su aporte de potasio, calcio, fósforo y otros en menor cantidad. (INEC, 2004)

Menciona la INIAP que la guayaba ha tomado gran importancia comercial por su encantador aroma, incluyendo el contenido de vitamina "C", calorías, escasas proteínas y reconocida propiedad de efecto laxante, convirtiéndose en la fruta de mayor opción para la alimentación.

7.6.1. Origen y taxonomía

Infoagro menciona que la guayaba es nativa de Brasil, en el caso de nuestro país respecto a sus plantaciones de manera tecnificada se encuentran a lo largo de Península de Santa Elena, en forma silvestre en zonas tropicales en las provincias de Imbabura, Carchi y la Amazonía.

Tabla 2. Clasificación taxonómica guayaba rosada.

| | |
|----------------------|------------------------|
| Reino: | Plantae |
| División: | Magnoliophyta |
| Clase: | Magnoliopsida |
| Orden: | Myrtales |
| Familia: | Myrtaceae |
| Género: | Psidium |
| Especie: | <i>Psidium guajava</i> |
| Nombre común: | Guayaba |

Fuente: (MAGAP III, 2011)

7.6.2. Características Botánicas.

“Presenta una raíz leñosa las cuales adquieren gran consistencia y no se observa la epidermis y presentan tallos erguidos los cuales se elevan verticalmente; sus hojas son simples, casi siempre opuestas, penninervias; las flores Hermafroditas o unisexuales, verticilos pentámeros generalmente;

el Cáliz tubo del cáliz adherido al ovario en la base hasta la inserción de los estambres donde forma un disco; la corola Dialipétala tiene de 4 a 6 pétalos, a veces ausentes o caedizos en la antesis insertos en el borde del disco del cáliz; Androceo está constituido por estambres numerosos insertos en el disco que forma el tubo del cáliz, con una glándula globular pequeña en el conectivo de cada estambre; presenta el Gineceo que es el ovario ínfero, a veces semi ínfero con placentación axial; y en fruto es de forma de cápsula, baya raramente drupa” (Guirola R, et al., 2011).

7.6.3. Características

Con aquellas particulares a simple vista en la fruta de la guayaba esta tiene una forma como de una manzana o también se menciona que puede estrecharse en un extremo como una pera. Tiene una cáscara de textura rugosa de color amarillo, de aroma intenso y muy persistente (García y Rivas, 2014).

En estado silvestre, se encuentran frutas de 3 a 10 cm de diámetro y de 50 a 500 g (Jagtiani, et al., 1988) y se sabe según los estudios que bajo cultivo, el tamaño se puede incrementar hasta 12.7 cm y el peso hasta 680 g (Luh, 1980).

Su peso oscila desde los 60 hasta los 500 gramos, de sabor dulce, acidulo o ácido, recuerda a una mezcla de pera, higo y fresa en las variedades dulces y plátano, limón y manzana en las especies ácidas. (León J, 2000).

Las Semillas son lisas ligeramente semi redondas tienen un color crema se encuentran dispersas en la pulpa de la fruta tienen una medida entre 3-5mm y representan del 6 al 12% de peso total de la fruta posee la mayor cantidad de fibra seguida por proteínas y carbohidratos. (León J, 2000).

7.6.4. Variedades

Según (Centro Agrícola de Quito, 2012) de manera Comercial se agrupan en blancas y rojas, según sea el color de la pulpa. Las variedades más conocidas en función del país de origen son:

Aquellas variedades botánicas de la guayaba de importancia son la variedad Roja, Blanca, Palmira ICA I (guayaba pera) y Palmira ICA II. Entre sus características presenta que aquella variedad blanca es de forma redonda con su pulpa blanca o crema, la variedad regional roja tiene forma de pera su pulpa de color rosada, y por tener una mayor capacidad antioxidante además de tener una mayor cantidad de sólidos solubles, azúcares reductores, acidez titulable y compuestos polifenólicos (Bashir, et al., 2013).

7.6.5. Clasificación

La clasificación detallada en la Norma (NTE INEN 1911-2009) la guayaba Independiente del calibre y del color, la clasificación de la guayaba tiene tres grados que se detallados a continuación:

Grado extra. Las guayabas de este grado deben cumplir los requisitos generales. Su forma y color deben ser característicos de la variedad. No deben tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves de la cáscara siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad y estado de conservación.

7.6.5.1.Grado I. Las guayabas de este grado deben poseer el color y la forma característicos de la variedad. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad y estado de conservación:

- Defectos leves en la forma (alargamientos o deformaciones);
- Defectos leves en el color;
- Defectos leves en la piel debidos a raspaduras y otros defectos superficiales tales como quemaduras producidas por el sol, manchas y costras. Estos defectos en conjunto no deben exceder el 5 % del área total del fruto.

En ningún caso los defectos deben afectar a la pulpa del fruto.

7.6.5.2.Grado II. Este grado comprende las guayabas que no pueden clasificarse en los grados anteriores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados. Se admiten los siguientes defectos, siempre y cuando las guayabas conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

- Defectos leves en la forma (alargamientos o deformaciones);
- Defectos leves en el color;
- Defectos leves en la piel debidos a raspaduras y otros defectos superficiales tales como quemaduras producidas por el sol, manchas y costras. Estos defectos en conjunto no deben exceder el 10 % del área total del fruto.

Calibre. El calibre se determina por el diámetro en mm de la sección ecuatorial de la fruta, y la masa en gramos.

La correlación es la siguiente:

Tabla 3. *Calibres de la guayaba.*

| Calibre | Masa g | Diámetro mm |
|----------------|---------------|--------------------|
| Grande | >80 | >50 |
| Mediana | 50-80 | 40-50 |
| Pequeña | <50 | >40 |

Fuente: NTE INEN 1911-2009

7.7. Beneficios

Tiene efecto antimicrobiano, debido a las propiedades antibióticas, sobre todo en bacterias patógenas comunes que provocan alteraciones del peristaltismo (estreñimiento acompañado de episodios de diarrea) o por el consumo de productos contaminados. (Gil A, 2010).

La propiedad antioxidante, neutralizando a los radicales libres del organismo que explica su efecto curativo de la irritación intestinal ocasionada por malos hábitos alimentarios (consumo excesivo de alcohol, picante, cafeína y refrescos gaseosos) y estrés, que dan origen al síndrome de colon irritable, impidiendo menor probabilidad de contraer cáncer. (Gil A, 2010).

En temas de Estreñimiento Es una de las fuentes rica de fibra dietética. Sus semillas, enteras o masticadas, tienes unos excelentes laxantes. Estas dos propiedades de la guayaba ayudan a la formación de los intestinos, a la retención de agua y a la limpieza de los intestinos y del sistema excretor a fondo.

Tos y resfriado, el zumo de guayaba cruda o la decocción de hojas de guayaba son útiles para aliviar la tos y los síntomas del resfriado. La guayaba afloja la tos, reduce la mucosidad, desinfecta el tracto respiratorio que va desde la garganta a los pulmones.

Cuidado de la piel ayudan a mejorar la textura de la piel. También evitar el desarrollo de problemas de piel con más fuerza que los mejores geles, tónicos o cremas de belleza. Esto se debe principalmente a la abundancia de astringentes en sus frutos y en las hojas. Sus propiedades benefician ya sean comiendo el fruto en sí o lavando la piel con la decocción de sus frutos maduros y sus hojas.

Ayuda en casos de presión arterial alta reduce el colesterol evitando el engrosamiento. Así mantiene la fluidez sanguínea y reduce la presión arterial. Los estudios han demostrado que los alimentos con poca fibra (harina refinada) aumenta la presión sanguínea, debido a la rápida conversión del azúcar. La guayaba, siendo un alimento muy rico en fibra y siendo hipoglucémico por su naturaleza, ayuda a reducir la presión arterial.

Pérdida de peso útil para aquellos que quieren perder peso sin comprometer su ingesta de proteínas, vitaminas y fibra. La guayaba, que es un alimento muy rico en fibra, vitaminas, proteínas y minerales, pero sin colesterol y con menos carbohidratos digeribles, llena y satisface el apetito con facilidad.

Otros beneficios en los que ayuda como el de controlar la diabetes, protege próstata, su Lycopene reduce nuestro riesgo de desarrollar cáncer, el extracto de sus hojas cura el dolor de muelas, la inflamación de encías y las úlceras orales, es capaz de curar las heridas cuando se aplica externamente, evita las convulsiones, la epilepsia, las infecciones bacterianas y así sucesivamente.

7.7.1. Contenido Nutricional

La guayaba es una fruta que tiene un alto valor nutricional además de que posee propiedades antioxidantes. Es una fuente rica de vitamina C; además de otras cantidades importantes de vitamina A, tiamina, riboflavina y minerales como: calcio, fósforo, hierro además de antioxidantes y pectina además de carbohidratos (Mahattanatawee, et al., 2006) (Pandey y Singh, 1998). Entre los compuestos que contribuyen como antioxidantes están el ácido ascórbico y los polifenoles. Los polifenoles en la guayaba están constituidos por ácido gálico y ácido elágico, así como también de flavonoides (Mahattanatawee, et al., 2006).

La composición de los azúcares varía ampliamente en el fruto; sin embargo, la fructosa es el principal azúcar y otros como la glucosa y la sacarosa son menos abundantes (Paull y Goo, 1983). La fructosa es el carbohidrato más abundante en frutos maduros, mientras que la sacarosa en frutos muy maduros (Arenas, et al., 1995). La guayaba es una excelente fuente de ácido ascórbico. También es una excelente en contenido de niacina (Jagtiani, et al., 1988).

Posee bajo valor calórico, por su escaso aporte de hidratos de carbono, proteínas y grasas. En su contenido destaca vitamina C (puede ser equivalente al zumo de 4 a 5 naranjas). Aporta en menor medida otras vitaminas del grupo B (sobre todo niacina o B3, necesaria para el aprovechamiento de los principios inmediatos, hidratos de carbono, grasas y proteínas). Si la pulpa es anaranjada, es más rica en provitamina A (carotenos). (Gélvez C, 1998).

Entre los minerales, en mayor cantidad está el potasio aproximadamente 280 mg por cada 100 gramos de porción comestible, mineral que es necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso, para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. La vitamina C contenido muy destacado en la guayaba, interviene en la formación de colágeno, huesos, dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y resistencia a las infecciones los frutos muy maduros pierden vitamina C. (Gélvez C, 1998).

La provitamina A o beta-caroteno esta en mayor cantidad en la guayaba de pulpa rosada la cual se transforma en vitamina A en nuestro organismo conforme éste lo necesita la misma que es esencial para la visión, buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico. La vitamina C y A, cumplen además una función antioxidante su aporte de fibra es elevado por lo que posee un suave efecto laxante y previene o reduce el riesgo de ciertas alteraciones y enfermedades facilitando a una buena evacuación intestinal. (Greenfield, et al., 2003).

Tabla 4. *Composición química y nutricional de la guayaba.*

| Valor Nutritivo Por Porción (100 g.) | |
|---|----------------|
| % Vitamina C | 273 mg. |
| Calorías | 36 – 50 |
| Humedad | 77 - 86 g |
| Fibra cruda | 2.8 -5.5 g |
| Proteína | 0.9 -1.0 g |
| Grasa | 0.1 - 0.5 g. |
| Mineral | 0.43 - 0.7 g |
| Carbohidratos | 9.5 -10 g |
| Calcio | 9.1-17 mg |
| Potasio | 280 mg |
| Fósforo | 17.8-30 mg |
| Hierro | 0.30 - 0.70 mg |
| Caroteno(Vitamina A) | 200 - 400 I.U. |
| Thiamine | 0.046 mg |
| Riboflavina | 0.03 - 0.04 mg |
| Niacina | 0.6 -1.068 mg |

Fuente: (INIAP, 2011)

7.8. Propiedades para la salud.

Por aquellas propiedades nutritivas y aporte de sustancias de acción antioxidante, están aliadas con puntos favorables en nuestra salud, su consumo es adecuado para niños, jóvenes, adultos, deportistas, mujeres embarazadas y personas mayores.

El aporte de vitamina C y provitamina A, se recomienda su consumo a toda la población, especialmente a quienes tienen un mayor riesgo de sufrir carencias de dichas vitaminas, personas que no toleran los cítricos, el pimiento u otros vegetales, que son fuente casi exclusiva de vitamina C en nuestra alimentación; para quienes deben llevar a cabo una dieta baja en grasa y por tanto con un contenido escaso de vitamina A o para personas cuyas necesidades nutritivas están aumentadas.

Las vitaminas C y A, como antioxidantes, contribuyen a reducir el riesgo de múltiples enfermedades, entre ellas, las cardiovasculares, las degenerativas e incluso el cáncer. La vitamina C aumenta la absorción del hierro de los alimentos lo que beneficia a las personas con anemia ferropénica. Su contenido de fibra soluble le confiere propiedades laxantes.

El bajo contenido de hidratos de carbono, riqueza en potasio y bajo aporte de sodio, resultan recomendables para personas que sufren de diabetes, hipertensión arterial o afecciones de vasos sanguíneos y corazón. Su contenido de potasio, deben tenerlo en cuenta las personas que padecen de insuficiencia renal y requieren dietas especiales controladas en este mineral. Sin embargo, quienes toman diuréticos que eliminan potasio y las personas que tienen bulimia se beneficiarán de su consumo, ya que en la guayaba abunda dicho mineral.

7.8.1. Utilidad

La guayaba se come cruda directamente, pero se prefieren sin contenido de semillas y en preferencia servidas en rodajas como postre o ensaladas comúnmente, la fruta se cocina, por su delicioso sabor y aporte de grandes beneficios en nuestro organismo, es un ingrediente útil para el uso en recetas de repostería. La guayaba presenta grandes posibilidades en mercados nacionales y extranjeros. Se elaboran jaleas, mermeladas, compotas, conservas, bocadillos, así como jugos y helados, zumos ya que es una fruta con un alto grado nutritivo. (Barrance, 2003).

7.8.2. Consumo

Habitualmente se consume como fruta tropical fresca, aunque tiene mucha aceptación en productos como compotas, gelatina, pastas, jaleas y mermeladas. Su sabor es sorprendente porque es parecido al de la nuez o avellana. Cuando está madura despiden un fuerte aroma. Las guayabas grandes y de

pulpa pálida son las que mejor sabor tienen para comer frescas; y las de pulpa rosada o púrpura son ideales para preparación de gelatinas. (Alcívar, et al., 2011).

La aceptación por parte del consumidor se debe a su valor comercial, digestibilidad, palatabilidad, sabor agradable y valor nutritivo, siendo una excelente fuente de vitamina A, C, tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, así como calcio, hierro, fósforo y carbohidratos (Luh, 2013).

7.8.3. Características fisicoquímicas

Los indicadores de calidad denominados físico-químicos pueden ser considerados tradicionales en el caso de las frutas. Aplicarlos suelen ser sencillo y sus resultados se obtienen en poco tiempo, aunque su correlación con el grado de maduración y con la calidad según el criterio del consumidor rara vez es completamente satisfactoria. De hecho, suele ser necesario utilizar varios de ellos conjuntamente para poder garantizar un control adecuado de la calidad de la fruta analizada (Moni, 2013).

7.8.4. Pérdida de peso

La pérdida de peso del fruto se debe que posiblemente al intercambio de gases, al proceso de respiración y a la pérdida de vapor de agua (Gómez et al. 2002). De manera general, se establece en un 5 % de pérdida de agua es aproximadamente el valor máximo permisible en frutas. (Cisternas, 2014).

La pérdida de peso en frutos también se debe principalmente a la pérdida de agua causada por los procesos de transpiración y respiración. Uno de los principales propósitos de la aplicación de cubiertas sobre la superficie de frutos, es retardar la migración de humedad y la pérdida de compuestos volátiles. (Laguado, et al., 2000).

7.8.5. pH

El pH se realiza la toma en la fruta con el fin de conocer el estado en que se encuentre como si es ácido, básico o neutro. Dato de gran importancia en caso para la elaboración de algunos productos como en la de mermeladas, bocadillos ya que determina si se debe subir o bajar el pH de la fruta de acuerdo con el producto a realizar. (Laguado, et al., 2000).

Las variaciones que presentan las frutas en su contenido de ácidos y valores de pH. Debido a diferencias que están presentes en varias especies de frutas, y aún en una misma especie influye el efecto de su madurez, condiciones agronómicas y operaciones post- cosecha a las que han sido sometidas. (López y Mercado, 2006).

7.9. Marco conceptual

7.9.1. Glosario de términos

Aditivos: Sustancia que se añade a otra para aumentar o mejorar cualidades.

Alginato: El alginato es un polisacárido que se obtiene de algunas "algas marrones", algas de gran tamaño.

Amilosa: Polisacárido lineal compuesto por unidades de glucosa unidas mediante enlaces de tipo $\pm 1-4$. Forma parte del almidón junto con la amilopectina.

Antifúngica: Los antifúngicos o antimicóticos son moléculas que ayudan a luchar contra los hongos, también conocidos como micosis.

Antimicrobianos: El término antimicrobiano se refiere a un conjunto de compuestos que tienen la capacidad de eliminar o reducir la proliferación de microbios. Los microbios atacados por un antimicrobiano pueden ser bacterias, virus, hongos o parásitos. Los tratamientos con antibióticos forman parte de los antimicrobianos.

Antioxidantes: Un antioxidante es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. La oxidación es una reacción química de transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante. Las reacciones de oxidación pueden producir radicales libres que comienzan reacciones en cadena que dañan las células.

Atmósfera: La atmósfera es una capa gaseosa de aproximadamente 10.000 km de espesor que rodea la litosfera e hidrosfera. Está compuesta de gases y de partículas sólidas y líquidas en suspensión atraídas por la gravedad terrestre.

Biopolímeros: Los biopolímeros son macromoléculas presentes en los seres vivos. Una definición de los mismos los considera materiales poliméricos o macromoleculares sintetizados por los seres vivos.

Bioquímicos: Durante el desarrollo de los frutos, son muchos los cambios bioquímicos importantes que se presentan, algunos de ellos son la tasa respiratoria, la producción de etileno, la actividad poligalacturonasa (PG), los azúcares solubles y los ácidos orgánicos, entre otros.

Biodegradables: La palabra biodegradable es un término que se aplica siempre en relación a una sustancia química que se descompone como consecuencia de un proceso biológico natural.

Celulosa: Es un polisacárido compuesto exclusivamente de moléculas de glucosa; es pues un homopolisacárido (compuesto por un solo tipo de monosacárido); es rígido, insoluble en agua, y contiene desde varios cientos hasta varios miles de unidades de β -glucosa.

Climatéricos: Se caracterizan por la capacidad de continuar madurando una vez han sido separados de la planta o cosechados.

Deshidratación: Es el proceso y la consecuencia de deshidratarse o de deshidratar. Este verbo, por su parte, alude a eliminar o perder el agua que forma parte de la composición o que contiene un organismo.

Hidrocoloide: Los hidrocoloides son sustancias que cuando se disuelven o dispersan en agua producen espesamiento o gelificación. La mayoría de los hidrocoloides son polisacáridos, aunque algunas proteínas (por ejemplo, la gelatina) también se ajustan a la definición de goma.

Hidrofílica: Una molécula hidrofílica es aquella que puede enlazarse temporalmente con el agua a través de un enlace hidrógeno.

Inmersión: La palabra Inmersión proviene del latín “Immersio”, término que es empleado para indicar la acción de introducir un sólido dentro de una sustancia líquida.

Fisiológicos: Esta palabra indica, por lo tanto, que algo está relacionado con el funcionamiento biológico de los seres vivos.

Guayabo: El guayabo es un árbol muy apreciado como ornamental, especialmente las variedades rojas por sus llamativos frutos y hojas. Es ideal para jardines y un exótico complemento para cualquier finca agrícola.

Laxante: Un laxante es una preparación usada para provocar la defecación o la eliminación de heces. Los laxantes son mayormente consumidos para tratar el estreñimiento. Ciertos laxantes estimulantes, lubricantes, y salinos se usan para evacuar el colon para exámenes rectales e intestinales.

Lípidos: Se conoce con el término de lípidos al conjunto de moléculas orgánicas, la mayoría de ellas biomoléculas, compuestas de carbono e hidrógeno, en menor medida de oxígeno y también por fósforo, azufre y nitrógeno y cuya principal característica resulta ser que son hidrofóbicas, es decir, insolubles al agua y sí plausibles de ser disueltas en sustancias orgánicas como el alcohol, la bencina, el benceno y el cloroformo.

Lipolítico: Que produce la hidrólisis o desdoblamiento de las grasas dando lugar a ácidos grasos libres.

Maduración: El uso más habitual de la noción de maduración está vinculado a ciertos cambios que se experimentan en las frutas. En este proceso, se degradan la clorofila y la pectina, mientras que aparecen los antocianos y los carotenos. Con estos cambios, el almidón presente en el fruto se transforma en azúcar, se reduce la acidez y se pierde astringencia.

Moho: El moho es un hongo que se encuentra tanto al aire libre como en interiores. Nadie sabe cuántas especies de hongos existen, pero se calcula que puede haber desde decenas de miles hasta quizá trescientas mil o más. El moho crece mejor en condiciones cálidas, mojadas y húmedas, y se propaga y reproduce mediante esporas.

Mucílago: Sustancia orgánica de textura viscosa, semejante a la goma, que contienen algunos vegetales.

Nutracéuticos: Es una composición de las palabras "nutrición" y "farmacéutico".

Sábila: Es un género de plantas cuyo representante más conocido es la aloe vera. Es un género muypreciado por su alto valor medicinal, sus efectos refrescantes y su poder de curación ante las quemaduras del sol.

Senescencia: Se produce el envejecimiento de las células de los tejidos que lleva a la muerte del producto.

Oxidación: Fenómeno químico en virtud del cual se transforma un cuerpo o un compuesto por la acción de un oxidante, que hace que en dicho cuerpo o compuesto aumente la cantidad de oxígeno y disminuya el número de electrones de alguno de los átomos.

Pardeamiento: El pardeamiento enzimático es una reacción de oxidación en la que interviene como substrato el oxígeno molecular, catalizada por un tipo de enzimas que se puede encontrar en prácticamente todos los seres vivos, desde las bacterias al hombre.

Permeabilidad: La permeabilidad o impermeabilidad es la capacidad de un material para que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.

Parénquima: El término parénquima se utiliza en la histología tanto para designar un tipo de tejido propio de las plantas como la parte que en un órgano animal realiza su función específica. También se llama tejido parenquimal o tejido parenquimático.

Poscosecha: El sistema de poscosecha, incluye la realización de prácticas de acondicionamiento del producto, como secado, limpieza, selección, clasificación, almacenamiento y control de plagas, las cuales se efectúan a partir del momento de su recolección en el campo y hasta su comercialización.

Plastificantes: Un plastificante es una sustancia que cuando se añade a un material, normalmente a un plástico, da como resultado un producto flexible, resistente y más fácil de manejar. Más: Los plastificantes, como los ftalatos, son sustancias químicas sintéticas y orgánicas.

Quitosano: El quitosano, o chitosan, es una macromolécula presente en las conchas de los crustáceos y de los moluscos, así como en algunos hongos. El quitosano tiene propiedades antifúngicas y antibacterianas.

Reológicas: Se denomina reología al estudio de la deformación y el fluir de la materia. Se define reología como: estudio de los principios físicos que regulan el movimiento de los fluidos.

Recubrimiento: Recubrimiento o revestimiento es un objeto que se vuelve a cubrir sustrato. Los recubrimientos son aplicados mediante procesos en forma de líquidos, gases o sólidos.

Solvente: En el ámbito de la química, una sustancia solvente es aquella que puede disolver. La mezcla homogénea entre un solvente y un soluto se conoce como solución.

Sinergia: Sinergia procede de un vocablo griego que significa “cooperación”. El concepto es utilizado para nombrar a la acción de dos o más causas que generan un efecto superior al que se conseguiría con la suma de los efectos individuales.

Transpiración: La transpiración es la evaporación de agua en la superficie de los organismos que viven en tierra firme. Tanto las plantas terrestres, como los hongos, como los animales terrestres, transpiran.

Volátiles: Sustancia que se volatiliza fácilmente en contacto con el aire.

8. VALIDACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

8.1. Hipótesis nula

La temperatura de almacenamiento de la guayaba y concentración del recubrimiento de aloe vera más glicerol no influyen en las características físicas, químicas y microbiológicas de la guayaba recubierta.

8.2. Hipótesis alternativa

La temperatura de almacenamiento y concentración del recubrimiento de aloe vera más glicerol influyen en las características, físicas, químicas y microbiológicas de la guayaba recubierta.

9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la realización del proyecto se tomó en consideración métodos, técnicas y tipos de investigación tales como: investigación aplicada, experimental y tecnológica; método científico, deductivo e inductivo y técnicas de investigación como la observación y encuesta.

9.1. Diseño y modalidades

El presente trabajo investigativo se fundamenta en las siguientes modalidades:

9.1.1. Investigación bibliográfica –documental.

Proceso sistemático y secuencial de recolección, selección, clasificación, evaluación y análisis de contenido del material empírico impreso y gráfico, físico y/o virtual que servirá de fuente teórica, conceptual y/o metodológica para una investigación científica determinada.

9.1.2. Investigación experimental o de laboratorio.

Se trata de una colección de diseños de investigación que utilizan la manipulación y las pruebas controladas para entender los procesos causales. En general, una o más variables son manipuladas para determinar su efecto sobre una variable dependiente.

Es un proceso sistemático y una aproximación científica a la investigación en la cual el investigador manipula una o más variables y controla y mide cualquier cambio en otras variables.

9.2. Tipos de investigación

9.2.1. Investigación aplicada: En este tipo de investigación el énfasis del estudio está en la resolución práctica de problemas. Se centra específicamente en cómo se pueden llevar a la práctica las teorías generales. Su motivación va hacia la resolución de los problemas que se plantean en un momento dado.

La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo.

9.2.2. Investigación experimental: es la alteración de una variable experimental o varias al mismo tiempo, en un ambiente estrictamente vigilado por la persona que realiza el experimento. De esta manera el investigador puede evaluar de qué forma o por qué razón sucede algo en particular. Este tipo de investigación es provocado, lo que permite que se modifiquen las variables en intensidad, pudiendo evaluar las causas y consecuencias de los resultados.

9.2.3. Investigación tecnológica: La investigación tecnológica es la actividad que permite descubrir nuevos conocimientos, para luego encontrarles aplicaciones prácticas para la mejora de diseños, productos, equipos y de procesos industriales.

9.3. Métodos de investigación

9.3.1. Método científico: Como método científico se denomina el conjunto de normas por el cual debemos regirnos para producir conocimiento con rigor y validez científica.

9.3.2. Método deductivo: El método deductivo es una estrategia de razonamiento empleada para deducir conclusiones lógicas a partir de una serie de premisas o principios.

9.3.3. Método inductivo: El método inductivo es aquel método científico que alcanza conclusiones generales partiendo de hipótesis o antecedentes en particular.

9.4. Técnicas de investigación

9.4.1. Observación: Para la observación lo primero es plantear previamente qué es lo que interesa observar. En definitiva, haber seleccionado un objetivo claro de observación.

La observación científica tiene la capacidad de describir y explicar el comportamiento, al haber obtenido datos adecuados y fiables correspondientes a conductas, eventos y/o situaciones perfectamente identificadas e insertas en un contexto teórico.

9.4.2. Encuestas: La encuesta sería el “método de investigación capaz de dar respuestas a problemas tanto en términos descriptivos como de relación de variables, tras la recogida de información sistemática, según un diseño previamente establecido que asegure el rigor de la información obtenida” (Buendía y otros, 1998, p.120). De este modo, puede ser utilizada para entregar descripciones de los objetos de estudio, detectar patrones y relaciones entre las características descritas y establecer relaciones entre eventos específicos.

9.5. Instrumentos

9.5.1. Fichas de observación: Son instrumentos de investigación, evaluación y recolección de datos, referido a un objetivo específico, en el que se determinan variables específicas.

9.5.2. El cuestionario: el cuestionario se aplicará a estudiantes, docentes, mediante cataciones en la carrera de Ingeniería Agroindustrial para determinar los dos mejores tratamientos.

9.6. Metodología de elaboración del recubrimiento comestible a partir del mucílago de sábila.

9.6.1. Formulación

Tabla 5. *Formulación del recubrimiento comestible a partir del mucílago de sábila.*

| FACTORES | NIVELES |
|---|--|
| A: Temperatura de almacenamiento de guayaba fresca. | a1: 4°C a2: 18°C |
| B: Concentración del recubrimiento de aloe vera más glicerol | b1: 95% +5% b2: 97% +3% b3:99% +1% |

Elaborado por: Campaña W.

9.6.1.1.Materia prima

- Sábila
- Guayaba

9.6.1.2.Reactivos

- Glicerol
- Hipoclorito

9.6.1.3. Materiales

- Bandeja
- Cernidor de plástico
- Cucharas de metal
- Cocina
- Ollas

9.6.1.4. Equipos

- Termómetro
- pHmetro
- Acidómetro
- Refrigeradora.

9.6.2. Metodología

9.6.2.1. Lavado y desinfección de equipos: se realizó el lavado y desinfección de equipos tales como: mesa de trabajo, utensilios, para garantizar la inocuidad del producto.

9.6.2.2. Recepción de la materia prima: se observó ciertas características de color, textura, de las materias primas (sábila, guayaba). En los laboratorios agroindustriales de la Universidad Técnica Cotopaxi

Guayaba NTE INEN 1 911:2009

Fotografía 3. *Recepción de la materia prima.*



Fuente: Campaña W.

9.6.2.3. Control de calidad de la materia prima: Se controló pH, acidez y °Brix de la guayaba.

Fotografía 4. *Control de calidad de la materia prima.*



Fuente: Campaña W.

9.6.2.4. Desinfección: Lavado y desinfectado de la guayaba y la sábila con Hipoclorito de sodio(190ml por 4 litros de agua) durante 15 minutos

Fotografía 5. *Desinfectado de la guayaba y la sábila*



Fuente: Campaña W.

9.6.2.5. Secado de la materia prima: Se realizó el secado con toallas absorbentes para eliminar la cantidad de agua, que quedo en la fruta como resultado del lavado y desinfección.

Fotografía 6. *Secado de la materia prima*



Fuente: Campaña W.

9.6.2.6. Preparación del mucílago Extracción del aloe vera de forma manual

Fotografía 7. *Preparación del mucílago.*



Fuente: Campaña W.

9.6.2.7. Preparación del recubrimiento: Preparación del aloe vera con el glicerol 95%, 97%, 99% de sábila, y 5%, 3%, 1% glicerol.

Fotografía 8. *Preparación del recubrimiento.*



Fuente: Campaña W.

Tabla: 6

| Ingredientes | Tratamientos | | |
|--------------|--------------|-----|-----|
| | T1 | T2 | T3 |
| Sábila | 95% | 97% | 99% |
| Glicerol | 5% | 3% | 1% |

Fuente: Campaña W.

9.6.2.8. Inmersión: Aplicación del recubrimiento por el tiempo de 60 segundos.

Fotografía 9. *Inmersión.*



Fuente: Campaña W.

9.6.2.9. Secado: Poner en bandejas de aluminio las frutas recubiertas por una hora temperatura ambiente 18°C.

Fotografía 10. *Secado*



Fuente: Campaña W.

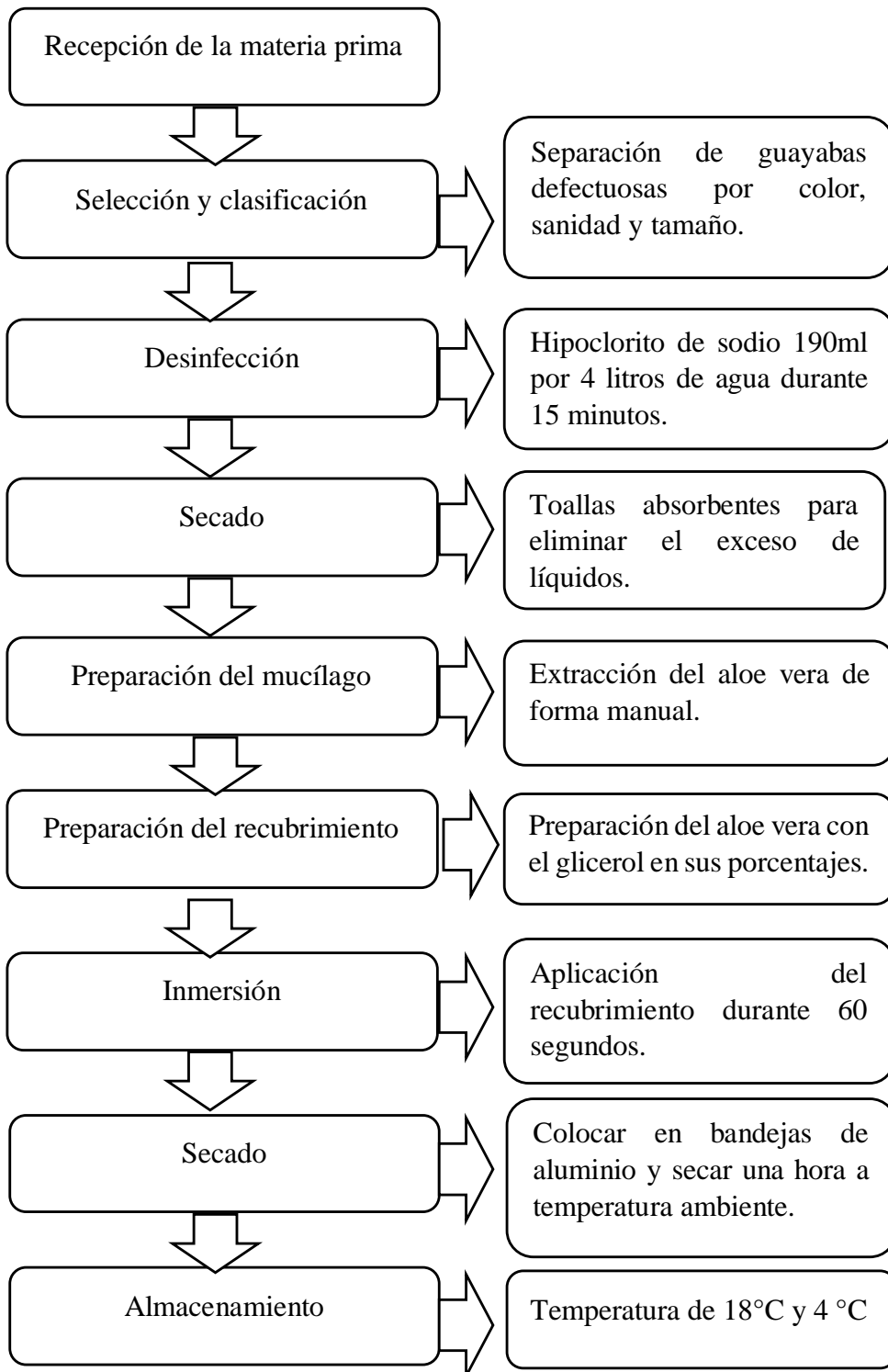
9.6.2.10. Almacenamiento: Se realizó en la planta de agroindustria en el cuarto frío a una temperatura de 4°C y en el cuarto de bodega a una temperatura de 18°C por 16 días.

Fotografía 11. *Almacenamiento.*



Fuente: Campaña W.

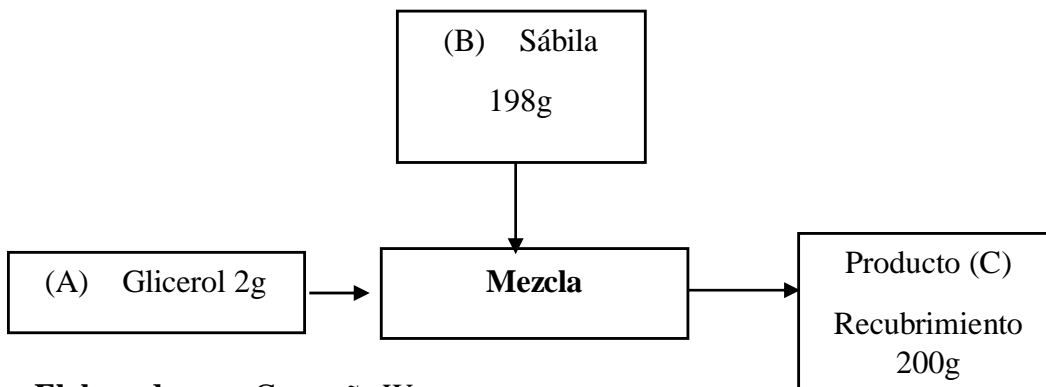
9.7. Diagrama de flujo de la aplicación del recubrimiento comestible a partir del mucílago de la sábila en la guayaba.



Elaborado por: Campaña W.

9.8. Balance de materia de mucílago de sábila del mejor tratamiento.

Grafico 2. Balance de materia de mucílago de sábila del mejor tratamiento.



Elaborado por: Campaña W.

Balance del tratamiento

$$C=A+B$$

$$C=2g+198g$$

$$C=200g$$

Rendimiento

$$\% \text{ DE RENDIMIENTO} = \frac{\text{PESO FINAL}}{\text{PESO INICIAL}} \times 100$$

$$\% \frac{200}{200} = 100$$

Interpretación: De la cantidad inicial de la concentración de 99% de sábila y 1% de glicerol dada que no tiene ninguna filtración no existe ninguna pérdida.

En conclusión el mucílago de sábila rendimiento es del 100%, lo que hace que el producto es rentable y accesible para los consumidores.

9.9. Diseño experimental

El diseño experimental que se realizó en la aplicación de un recubrimiento comestible a partir del mucílago de sábila (aloe vera) como método de conservación de frutas. Se utilizó Diseño Completamente al Azar (DCA), con dos repeticiones y 6 tratamientos, en un arreglo factorial A x B, el Factor A temperatura de almacenamiento del producto terminado, factor B concentración del recubrimiento de aloe vera y glicerol.

Tabla 7. Factores de estudio.

| FACTORES | NIVELES |
|---|--|
| Factor A: Temperatura de almacenamiento de guayaba fresca. | a1: 4°C a2: 18°C |
| Factor B: Concentración del recubrimiento de aloe vera+glicerol | b1: 95% +5% b2: 97% +3% b3:99% +1% |

Elaborado por: Campaña W.

9.9.1. Cuadro de análisis de Varianza Anova

Tabla 8. Cuadro de Análisis de Varianza ANOVA

| | |
|----------|----|
| Réplica | 1 |
| Factor A | 1 |
| Factor B | 2 |
| A*B | 2 |
| ERROR | 5 |
| TOTAL | 11 |

Elaborado por: Campaña W.

Tabla 9. Tratamientos de estudio.

| Repeticiones | Nº de tratamientos | Tratamientos | Descripción |
|--------------|--------------------|--------------|--|
| R1 | t1 | a1b1 | Temperatura de almacenamiento 4°C; Concentración del recubrimiento de aloe vera más glicerol 95% +5%. |
| | t2 | a1b2 | Temperatura de almacenamiento 4°C; Concentración del recubrimiento de aloe vera más glicerol 97% +3%. |
| | t3 | a1b3 | Temperatura de almacenamiento 4°C; Concentración del recubrimiento de aloe vera+glicerol 99% +1%. |
| | t4 | a2b1 | Temperatura de almacenamiento 12°C; Concentración del recubrimiento de aloe vera+glicerol 95% +5% |

| | | | |
|----|----|------|--|
| | t5 | a2b2 | Temperatura de almacenamiento a 12°C; Concentración del recubrimiento de aloe vera+glicerol 97% +3%. |
| | t6 | a2b3 | Temperatura de almacenamiento a 12°C; Concentración del recubrimiento de aloe vera+glicerol 99% +1%. |
| R2 | t2 | a1b2 | Temperatura de almacenamiento a 4°C; Concentración del recubrimiento de aloe vera+glicerol 97% +3%. |
| | t4 | a2b1 | Temperatura de almacenamiento a 12°C; Concentración del recubrimiento de aloe vera+glicerol 95% +5% |
| | t6 | a2b3 | Temperatura de almacenamiento a 12°C; Concentración del recubrimiento de aloe vera+glicerol 99% +1%. |
| | t1 | a1b1 | Temperatura de almacenamiento a 4°C; Concentración del recubrimiento de aloe vera+glicerol b1: 95% +5%. |
| | t3 | a1b3 | Temperatura de almacenamiento a 4°C; Concentración del recubrimiento de aloe vera+glicerol 99% +1%. |
| | t5 | a2b2 | Temperatura de almacenamiento a 12°C; Concentración del recubrimiento de aloe vera+glicerol 97% +3%. |

Elaborado por: Campaña W.

9.10. Cuadro de variables

Tabla 10. Cuadro de variables.

| Variable dependiente | Variable independiente | Indicadores | Dimensiones |
|-----------------------------------|---|-------------------------|--|
| Recubrimiento comestible a partir | <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de almacenamiento | Características físicas | <ul style="list-style-type: none"> • Firmeza • Pérdida de peso |

| | | | |
|--|---|---------------------------------|---|
| del mucilago de sábila (aloe vera) como método de conservación de frutas.” | del producto terminado. | Características químicas | <ul style="list-style-type: none"> • pH • °Brix |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Concentración del recubrimiento de aloe vera. | Características microbiológicas | <ul style="list-style-type: none"> • Recuento de microorganismos aerobios mesófilos, REP, UFC/cm³. • Recuento de coliformes, UFC/cm³ • Recuento de Escherichiacoli, UFC/g. |

Elaborado por: Campaña W.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

10.1. Determinación de grados °BRIX.

Se determinó mediante la medición con el refractómetro digital para determinar el contenido de sólidos solubles (°Brix) presentes en la muestra.

Tabla 11. *Análisis de varianza porcentaje de °Brix*

| F.V. | SC | gl | CM | F. Calculado | F. Crítico | p-valor |
|----------|------|----|------|--------------|------------|---------|
| Réplica | 0,21 | 1 | 0,21 | 1,320 | 6,608 | 0,44ns |
| Factor A | 0,56 | 1 | 0,56 | 0,240 | 6,608 | 0,23ns |
| Factor B | 0,46 | 2 | 0,23 | 2,510 | 5,786 | 0,52ns |
| A*B | 0,08 | 2 | 0,04 | 3,970 | 5,786 | 0,88ns |
| Error | 1,52 | 5 | 0,3 | | | |
| Total | 2,83 | 11 | | | | |
| C.V | 5,59 | | | | | |

Elaborado por: Campaña W.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 11, en el análisis de varianza se observa de la variable referente °Brix que el F calculado es menor que para el F crítico, donde se analiza que los factores no son significativos, por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula, lo cual indico que los tratamientos son similares y no influyen en los °Brix.

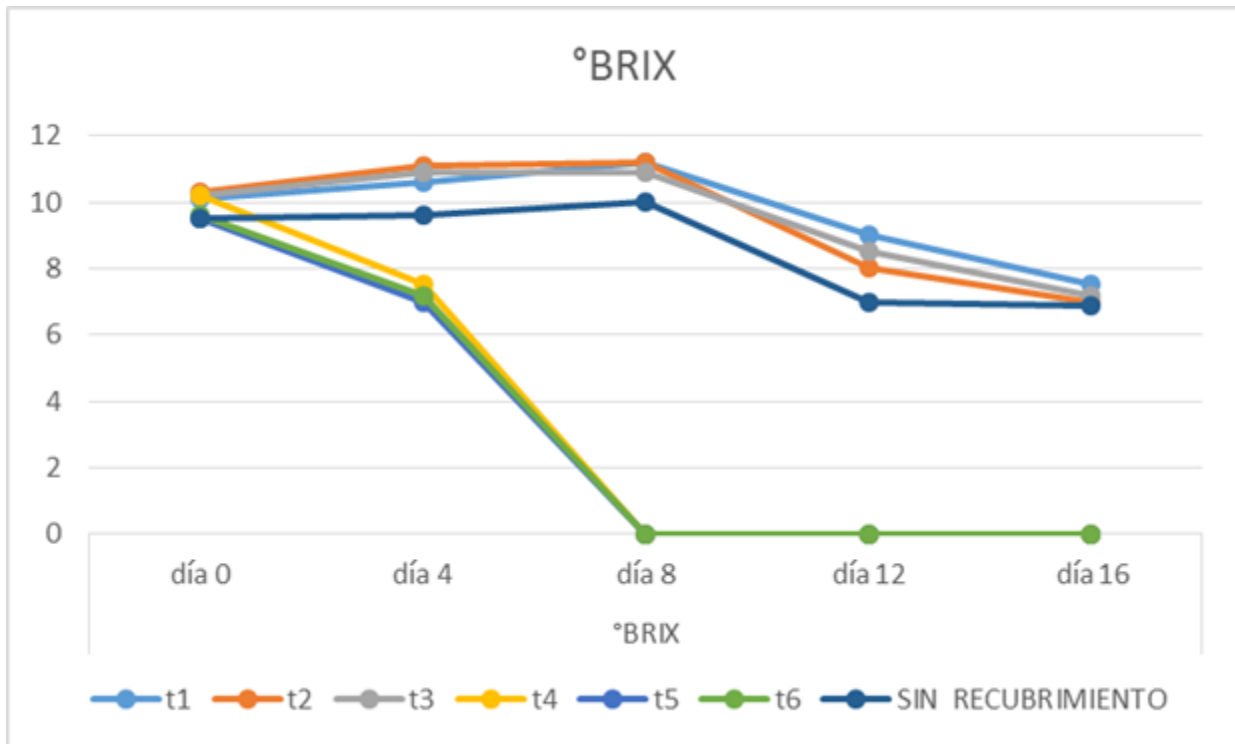
Además se nota el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones, el 5,59 % van a salir diferentes y el 94,41% de observaciones serán confiables es decir serán valores iguales para todos los tratamientos obtenidos de acuerdo a la variable de °Brix, por lo cual refleja la precisión con el que fue desarrollado el proyecto y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

Elaborado por: Campaña W.

Tabla 12. Medias de °Brix

| TRATAMIENTOS | °BRIX | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | día 0 | día 4 | día 8 | día 12 | día 16 |
| t1 | 10,1 | 10,6 | 11,2 | 9 | 7,5 |
| t2 | 10,3 | 11,1 | 11,2 | 8 | 7 |
| t3 | 10,2 | 10,9 | 10,9 | 8,5 | 7,2 |
| t4 | 10,2 | 7,5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| t5 | 9,5 | 7 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| t6 | 9,6 | 7,2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| SIN RECUBRIMIE | 9,50 | 9,60 | 10,00 | 7,00 | 6,90 |

Elaborado por: Campaña W.

Gráfico 3. Resultados de las medias °Brix

Elaborado por: Campaña W.

El tiempo de evaluación fueron 16 días, en los cuales la guayaba presentó buenas características físicas, químicas y microbiológicas. Sin embargo, para comparar los resultados obtenidos de los tratamientos investigados, (tratamientos 1, 2, 3 con recubrimiento y 4°C) y (tratamientos 4, 5, 6 con recubrimiento y 18°C), las frutas de tratamiento 1, 2, 3 tuvieron un tiempo de vida de 16 días, presentando en los primeros cuatro días que sube 0,6 los °Brix para el día 16 baja 2,6 los °Brix respectivamente, las frutas de tratamientos 4,5,6 se descomponen fácilmente debido a la temperatura ambiente. Con esto se verifica que el recubrimiento aplicado y las temperaturas de almacenamiento, sí producen efectos positivos en la conservación de guayaba recubierta como se muestra en el (gráfico3) por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

10.2. Determinación de pH.

Se determinó el pH de las muestras con un potenciómetro de electrodo, a una temperatura ambiental aproximada de 18 °C y 4°C.

Tabla 13. *Variable pH*

| F.V. | SC | gl | CM | F | F crítico | p-valor |
|----------|------|----|------|------|-----------|---------|
| Réplica | 0,02 | 1 | 0,02 | 0,47 | 6,6079 | 0,52ns |
| Factor A | 0,03 | 1 | 0,03 | 0,59 | 6,6079 | 0,48ns |
| Factor B | 0,13 | 2 | 0,06 | 1,45 | 5,7861 | 0,32ns |
| A*B | 0,19 | 2 | 0,1 | 2,16 | 5,7861 | 0,21ns |
| Error | 0,22 | 5 | 0,04 | | | |
| Total | 0,59 | 11 | | | | |
| C.V | 4,4 | | | | | |

Elaborado por: Campaña W.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 14, en el análisis de varianza de la variable de pH se observa que el F calculado es menor que el F crítico, donde se analiza que los factores no son significativos, por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula, lo cual indicó que los tratamientos son similares y no influyen en las características de pH.

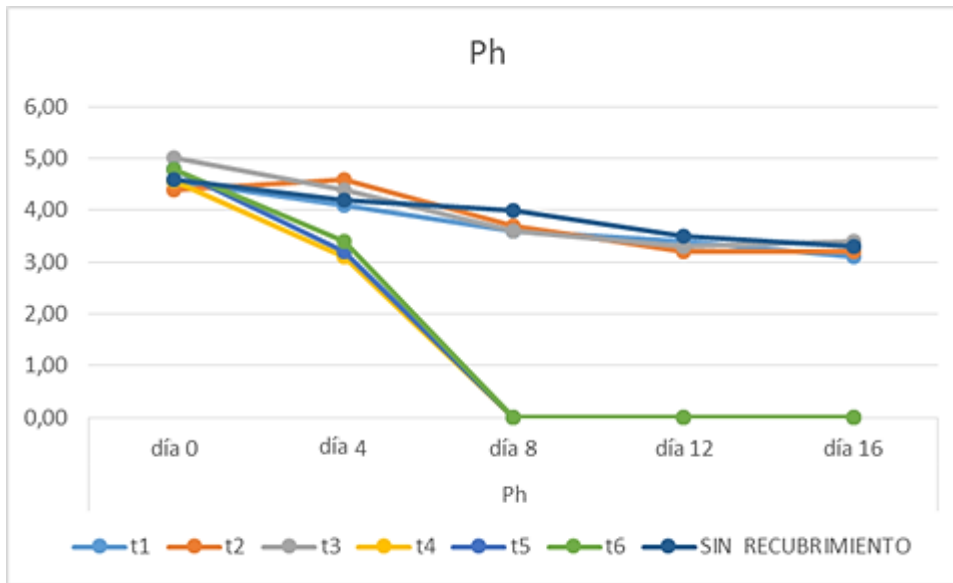
Además se nota el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones, el 4,4 % van a salir diferentes y el 95,6% de observaciones serán confiables es decir serán valores iguales para todos los tratamientos obtenidos de acuerdo a la variable de pH, por lo cual refleja la precisión con el que fue desarrollado el proyecto y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

Elaborado por: Campaña W.

Tabla 14. *Medias de pH.*

| TRATAMIENTOS | Ph | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | día 0 | día 4 | día 8 | día 12 | día 16 |
| t1 | 4,57 | 4,10 | 3,60 | 3,40 | 3,10 |
| t2 | 4,40 | 4,60 | 3,70 | 3,20 | 3,20 |
| t3 | 5,00 | 4,40 | 3,60 | 3,30 | 3,40 |
| t4 | 4,57 | 3,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| t5 | 4,80 | 3,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| t6 | 4,80 | 3,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| SIN RECUBRIMIENTO | 4,60 | 4,20 | 3,99 | 3,50 | 3,30 |

Elaborado por: Campaña W.

Gráfico 4. Variable de las medias del pH

Elaborado por: Campaña W.

El tiempo de evaluación fueron 16 días, en los cuales la guayaba presentó buenas características físicas, químicas y microbiológicas. Sin embargo, para comparar los resultados obtenidos de los tratamientos investigados, (tratamientos 1, 2, 3 con recubrimiento y 4°C) y (tratamientos 4, 5, 6 con recubrimiento y 18°C), las frutas de tratamiento 1, 2, 3 tuvieron un tiempo de vida de 16 días, presentando una pérdida de pH inicial de 5,1 y terminando al día 16 con un pH 3,40 respectivamente, las frutas de tratamientos 4, 5, 6 se descomponen fácilmente debido a la temperatura ambiente. Con esto se verifica que el recubrimiento aplicado y las temperaturas de almacenamiento, sí producen efectos positivos en la conservación de guayaba recubierta como se muestra en el (gráfico), por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

En guayaba, los valores de pH varían entre 2,89 y 6,20, dependiendo de la variedad (Pereira et al.2000).

10.3. Determinación de pérdida de peso

Se determinó la pérdida de peso mediante una balanza gramera, se pesó la fruta una vez empacada y posteriormente a diario.

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Ecuación 1. Pérdida de peso.

Dónde:

Pf = Peso a diario y a diario de la muestra (g).

Pi = Peso inicial de la muestra (g).

Tabla 15. *Análisis de varianza del peso*

| F.V. | SC | gl | CM | F | F crítico | p-valor |
|----------|-------|----|------|------|-----------|---------|
| Réplica | 0,08 | 1 | 0,08 | 0,09 | 6,6079 | 0.78ns |
| Factor A | 0,79 | 1 | 0,79 | 0,8 | 6,6079 | 0.41ns |
| Factor B | 10,21 | 2 | 5,1 | 5,21 | 5,7861 | 0.06ns |
| A*B | 18,51 | 2 | 9,26 | 9,45 | 5,7861 | 0.02* |
| Error | 4,9 | 5 | 0,98 | | | |
| Total | 34,48 | 11 | | | | |
| C.V | 2,06 | | | | | |

Elaborado por: Campaña W.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 17, se observó que la variable de peso se estableció diferencia poco significativa ($p < 0,05$) en el factor A (temperatura de almacenamiento guayaba fresca) *B(concentración del recubrimiento de sábila) en estudio por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, por tal razón fu necesario aplicar la prueba de significación Tukey al 5%, además se nota el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones, el 2,43% van a salir diferentes y el 97,57% de observaciones serán confiables es decir serán valores iguales para todos los tratamientos obtenidos de acuerdo a la variable de peso, por lo cual refleja la precisión con el que fue desarrollado el proyecto y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

Tabla 16. *Resultados no significativos del peso*

| factor b | Medias | RANGO |
|----------|--------|-------|
| 3 | 49,41 | A |
| 1 | 47,49 | A |
| 2 | 47,42 | A |

Elaborado por: Campaña W.

Tabla 17. *Resultados significativos del peso*

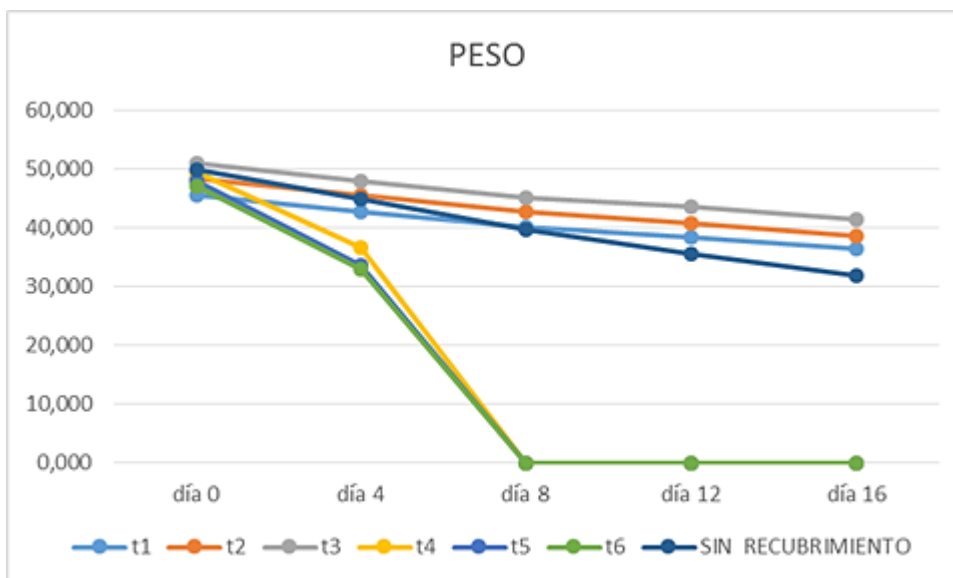
| TRATAMIENTOS | MEDIAS | RANGO |
|--------------|--------|-------|
| t3(a1, b3) | 51 | A |
| t4(a2,b1) | 48,89 | A B |
| t2(a1,b2) | 48,01 | A B |
| t6(a2,b3) | 47,82 | A B |
| t5(a2,b2) | 46,84 | A B |
| t1(a1,b1) | 46,08 | B |

Elaborado por: Campaña W.

Tabla 18. Medias de peso.

| TRATAMIENTOS | PESO | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | día 0 | día 4 | día 8 | día 12 | día 16 |
| t1 | 45,494 | 42,757 | 40,126 | 38,432 | 36,325 |
| t2 | 48,337 | 45,457 | 42,562 | 40,807 | 38,566 |
| t3 | 50,868 | 47,912 | 45,137 | 43,473 | 41,399 |
| t4 | 49,435 | 36,575 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| t5 | 47,919 | 33,575 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| t6 | 47,085 | 32,865 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| SIN RECUBRIMIENTO | 49,884 | 44,783 | 39,674 | 35,465 | 31,765 |

Elaborado por: Campaña W.

Gráfico 5. Resultados de las medias de peso

Elaborado por: Campaña W.

El tiempo de evaluación fueron 16 días, en los cuales la guayaba presentó buenas características físicas, químicas y microbiológicas. Sin embargo, para comparar los resultados obtenidos de los tratamientos investigados, (tratamientos 1, 2, 3 con recubrimiento y 4°C) y (tratamientos 4, 5, 6 con recubrimiento y 18°C), las frutas de tratamiento 1, 2, 3 tuvieron un tiempo de vida de 16 días, presentando una pérdida de peso de 6.16% cada 4 días respectivamente. Con esto se verifica que el recubrimiento aplicado y las temperaturas de almacenamiento, sí producen efectos positivos en la conservación de guayaba recubierta como se muestra en el gráfico por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Según Ruiz, (2009) manifiesta que la fresa se puede comercializar antes de perder el 10% de su peso inicial, debido a que en este grado de deshidratación la fruta ya no es atractiva al consumidor, por lo que al comparar con la guayaba recubierta esta se encuentra con un porcentaje de pérdida de peso por debajo del 10%.

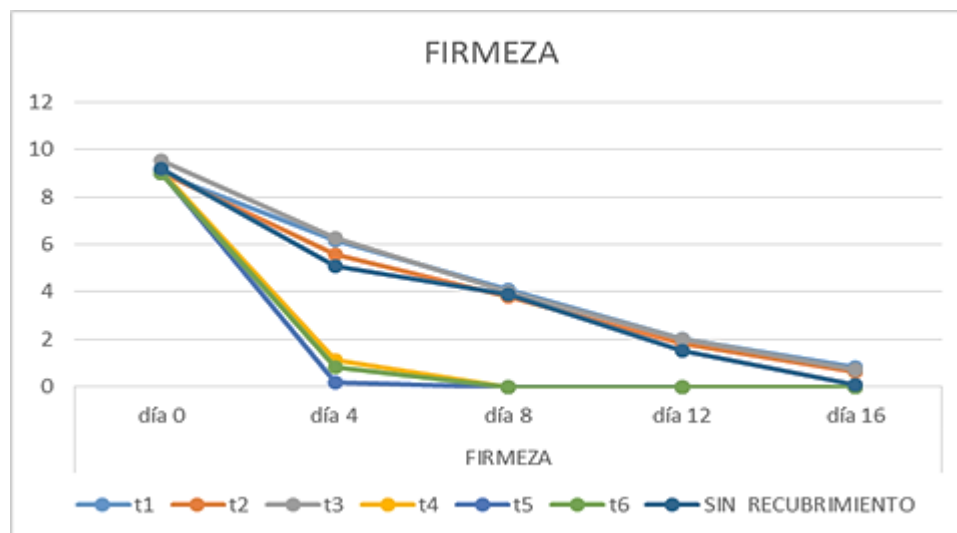
10.4. Firmeza

Tabla 19. Medias de firmeza

| TRATAMIENTOS | FIRMEZA | | | | |
|-------------------|---------|-------|-------|--------|--------|
| | día 0 | día 4 | día 8 | día 12 | día 16 |
| t1 | 9,55 | 6,2 | 4,1 | 2 | 0,8 |
| t2 | 9,25 | 5,6 | 3,8 | 1,8 | 0,6 |
| t3 | 9,1 | 5,8 | 4 | 2 | 0,7 |
| t4 | 9,1 | 1,1 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| t5 | 9,05 | 0,2 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| t6 | 9 | 0,8 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| SIN RECUBRIMIENTO | 9,200 | 5,100 | 3,900 | 1,500 | 0,100 |

Elaborado por: Campaña W.

Gráfico 6. Resultados de las medias de firmeza



Elaborado por: Campaña W.

El tiempo de evaluación fue 16 días, en los cuales la guayaba presentó buenas características físicas, químicas y microbiológicas. Sin embargo, para comparar los resultados obtenidos de los tratamientos investigados, (tratamientos 1, 2, 3 con recubrimiento y 4°C) y (tratamientos 4, 5, 6 con recubrimiento y 18°C), las frutas de t1 tuvo un tiempo de vida útil de 16 días, presentando una pérdida de firmeza de 2,7kg/fuerza cada 4 días respectivamente, las frutas de t2 tuvo un tiempo de vida útil de 16 días, presentando una pérdida de firmeza de 3,457 kg/fuerza cada 4 días respectivamente, las

frutas de t3 tuvo un tiempo de vida útil de 16 días, presentando una pérdida de firmeza de 3,257kg/fuerza cada 4 días respectivamente. Con esto se verifica que el recubrimiento aplicado y las temperaturas de almacenamiento, sí producen efectos positivos en la conservación de guayaba recubierta como se muestra en el (gráfico 6) por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

Los cambios generales asociados con la maduración incluyen los cambios en firmeza, conversiones hidrolíticas de almidones a azúcares simples, cambios en pigmentos y biosíntesis de aromas, conduciendo al producto a obtener su máxima calidad organoléptica y estética (Lizana, 1991).

10.5. Análisis microbiológico.

Se realizó el recuento total mediante las placas petrifilm.

- Recuento de mohos y levaduras: determinación mediante la norma NTE INEN 1093.

Tabla 20. Análisis microbiológico.

| Parámetros | Método | Unidades | Resultado | Norma NTE INEN | | Norma NTE INEN |
|---|------------------------------|----------|-----------|----------------|------------------|-------------------------|
| | | | | Min | Max | |
| Recuento de microorganismos <i>aerobios mesófilos</i> | PEEMi/01 INEN ISO 4833 | (ufc/g) | <100 | - | 10 ³ | PETRIFILM AOAC986.33 |
| Recuento de <i>coliformes totales</i> | PEEMi/20 INEN | (ufc/g) | <100 | - | <10 ² | PETRIFILM AOAC992 |
| Recuento de <i>Escherichia coli</i> , | PEEMi/20 INEN | (ufc/g) | 0 | - | <1 | PETRIFILM AOAC998.08 |
| <i>Mohos y Levaduras</i> | PEEMi/03 INEN | (ufc/g)* | 37 | - | <100 | PETRIFILM AOAC997.02 |

Elaborado por: Campaña W.

En conclusión, en base a los resultados otorgados por el laboratorio de análisis de alimentos, (SETLAB), el mejor tratamiento t3(a1,b3) corresponde al 99% de sábila y 1% de glicerol y una temperatura de 4°C. Se puede apreciar que la cantidad de microorganismos *aerobios mesófilos* por una unidad ufc/g al igual de *coliformes totales*, *Escherichia coli*, *mohos y levaduras* se encuentra dentro de los parámetros correspondiente a la norma de alimentos.

Estos resultados concuerdan con Martínez-Romero, y otros, (2015) quienes aplicaron Aloe vera como recubrimiento comestible en frutas y hortalizas (cereza y uva). Los periodos de conservación fueron de 16 y 21 días, respectivamente, tanto en cerezas como en uvas tratadas con Aloe, vera logró reducir 17 veces la contaminación microbiana generada por mohos y levaduras se redujo la tasa de respiración, se retrasaron las pérdidas de peso y firmeza así como la evolución del color y el incremento en el índice de maduración (relación °Brix/acidez) (Martínez-Romero et al, 2015).

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).

11.1. Impactos sociales.

El mucílago de sábila es un producto no muy apreciado por muchos por el desconocimiento de sus propiedades. Con la aplicación del presente proyecto se pretende lograr el aprovechamiento de los beneficios con los que el mucílago de sábila cuenta, tratándose del tema de conservación de frutas y hortalizas como la guayaba.

11.2. Impactos ambientales.

El impacto ambiental sería benéfico ya que la sábila es un producto natural que no necesita fertilizantes por esta razón que a nivel de mercado presenta una importante acogida ya que se utiliza como antioxidante.

11.3. Impactos económicos.

El mucílago de sábila en la guayaba es un producto agrícola muy poco comercializado y consumido por el desconocimiento de sus beneficios nutricionales y por ende por la falta de un mercado al que se lo pueda orientar.

Con el presente proyecto se pretende expender este nuevo producto, el mismo que le va a dar un valor agregado al misma logrando un impacto económico, de tal manera que el mucílago de sábila aplicado como recubrimiento en la guayaba es rentable.

12. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

| 1. RECURSOS TECNOLÓGICOS | CANTIDAD | UNIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR |
|---|-----------------|---------------|-----------------------|----------------|
| LAPTOP | 1 | Unid | 600.00 | 600.00 |
| FLASH MEMORY | 2 | Unid | 8.00 | 16.00 |
| SUBTOTAL | | | | 616.00 |
| 2. SERVICIOS | | | | |
| INTERNET | 100 | Horas | 0.60 | 60.00 |
| COPIAS | 700 | Unid | 0.02 | 14.00 |
| TELEFONIA CELULAR | 60 | min | 0.10 | 6.00 |
| SUBTOTAL | | | | 80.00 |
| 3. MOVILIZACIÓN | | | | |
| TRANSPORTE | - | - | - | 100.00 |
| ALIMENTACIÓN | - | - | - | 50.00 |
| OTROS | - | - | - | 100.00 |
| SUBTOTAL | | | | 250.00 |
| 4. MATERIALES DE OFICINA | | | | |
| HOJAS ADICIONALES | 500 | Unid | 0.003 | 15.00 |
| Cd DE RESPALDO | 4 | Unid | 0.50 | 2.00 |
| ÚTILES DE OFICINA | - | - | - | 17.00 |
| 5. MATERIA PRIMA | | | | |
| GUAYABA | 30 | Kg | 2.50 | 75.00 |
| SÁBILA | 5 | Kg | 2.00 | 10.00 |
| GLICEROL | 100 | ml | 0.05 | 5.00 |
| SUBTOTAL | | | | 107.00 |
| 6. MATERIALES E INSUMOS DE ELABORACIÓN | | | | |
| REFRIGERACIÓN | 1 | Unid | 100.00 | 100.00 |
| PLATOS PLÁSTICOS | 50 | Unid | 0.20 | 10.00 |
| ETIQUETAS | 50 | Unid | 0.10 | 5.00 |
| VASOS DE PRECIPITACIÓN | 10 | Unid | 4.00 | 40.00 |
| SUBTOTAL | | | | 155.00 |
| 7. ANÁLISIS DEL PRODUCTO FINAL | | | | |
| ANÁLISIS FÍSICOS | 15 | Unid | 2.00 | 30.00 |
| ANÁLISIS QUÍMICOS | 15 | Unid | 3.00 | 45.00 |
| ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS | 3 | Unid | 50.00 | 150.00 |
| SUBTOTAL | | | | 225.00 |
| TOTAL | - | - | - | 1353.00 |
| 8. IMPREVISTOS | - | - | - | 200.00 |
| TOTAL GENERAL | - | - | - | 1553.00 |

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

- La formulación se determinó de acuerdo combinación de sábila y glicerol en diferentes porcentajes para los diferentes tratamientos, las mismas se aplicó en la guayaba. Esta combinación fue aplicada sumergiendo la fruta en cada uno de los tratamientos. Dando como resultado que el tratamiento t3 99% de sábila y 1% de glicerol a 4°C (a1b3) obtuvo el mejor rendimiento en cuando a la formulación.
- Los resultados de acuerdo a los parámetro físico y químicos fueron favorables con un pH que se encuentran en el rango de aceptabilidad con p-valor ($>0,05$) donde no existe diferencia significativa en cuanto a pH. De la misma manera no existió diferencia significativa en °Brix, firmeza.
- En cuanto a peso existe diferencia significativa con un p-valor ($>0,05$) evidenciándose diferencia significativa en el tratamiento t3 (a1b3) observándose una mejor pérdida de peso.
- Se estableció que la temperatura adecuada para la vida útil de la guayaba con recubrimiento de mucílago de sábila es de 4°C.
- De acuerdo a los análisis microbiológicos realizados en los tratamientos t1, t2, t3, con un recuento de *coliformes totales UFC/g*, *E.coli UFC/g*, *aerobios Mesófilos UFC/g* y *mohos y levaduras*. Estos mismos se encuentran en un valor aceptable dentro de los parámetros establecidos.

13.2. Recomendaciones

- Investigar sobre la implementación de gel de Aloe Vera en la industria alimentaria para ofrecer productos de mejor calidad.
- Probar las diversas concentraciones de gel de Aloe Vera para envolturas comestibles, dentro de la industria alimentaria.
- Estudiar la viscosidad y adherencia de las diferentes formulaciones de recubrimiento en relación a la superficie aplicada.
- Evaluar otras técnicas de conservación de guayaba y comparar los resultados de esta investigación.

14. BIBLIOGRAFIA.

- Álvarez, L. Gálvez, M. & Vega, A (2012). *Aloe vera (Sábila): cultivo y utilización*. Editorial Paraninfo.
- De Ancos, B, González, D, Colina, C, & Sánchez, C. (2015). *uso de películas/recubrimientos en los productos de iv y v gama, 20*
. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/pdf/813/81339864002.pdf>
- Cano, A. J., & Corales, F. E. (2014). *Efecto de recubrimientos comestibles a base de gel de mucilago de penca de sábila (aloe barbadensis miller) en la vida útil de la fresa (fragaria ananassa)*.
- González, R., Cervantes, Y., & Caraballo, L. (27 de 05 de 2016). *Conservación de la guayaba (Psidium guajava L.) en postcosecha mediante un recubrimiento comestible binario*. Obtenido de Temas Agrarios.
- <http://revistas.unicordoba.edu.co/revistas/index.php/temasagrarios/article/view/891/996> .
- Farris, S., Schaich, K. M., Liu, L., Piergiovanni, L., & Yam, K. L. (2013). *Development of polyion-complex hydrogels as an alternative approach for the production of bio-based polymers for food packaging applications: a review*. *Trends in Food Science & Technology*, 20(8), 316–332. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.04.003>
- García G, S. C. (2017). *Recubrimiento comestible natural con base en Aloe vera como estrategia de conservación de Psidium guajava*. *Revista industrial*, 18, 224–237.
- L, Sánchez, M., Vargas. (2013). *Incorporación de productos naturales en recubrimientos comestibles para la conservación de alimentos*. *Agroecología*, 25. Recuperado a partir de https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2009/eventos-seae/cds/congresos/actas-bullas/seae_bullas/verd/posters/5%20P.%20CALIDAD/calidad3.pdfhttps://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2009/eventos-seae/cds/congresos/actas-bullas/seae_bullas/verd/posters/5%20P.%20CALIDAD/calidad3.pdf
- Martínez D, Guillén F, Valverde M. (2014). *Aloe vera gel como recubrimiento comestible en frutas y hortalizas*. Universidad Miguel Hernandez.
- Mogollón, C. G., Regno, K. I. C., & Sarria, S. D. (2010). *Evaluación poscosecha y estimación de vida útil de guayaba fresca utilizando el modelo de Weibull*. *Acta Agronómica*, 59(3), 347–355.
- Ortiz, J. L. (2010). *Aloe Vera: La Planta Del Futuro: Sábila*. AuthorHouse.

- Q, R., D, J., T, A., D, I., F, R., & I, J. (2013). *blackberry conservation through the application of edible coating of aloe vera mucilaginous gel*. Vitae, 20(3), 172–183.
- Restrepo F, Jeoge I. (2015). *Conservación de fresa (Fragaria x ananassa Duch cv. Camarosa) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel de mucilago de penca de sábila /Aloe Barbadensis Miller)*. Diaz de Santos.
- Martnez-Romero, D., Guillén, F., Valverde, J. M., Serrano, M., Pedro, Z., Gloria, B., y otros. (2015). *Aloe vera gel como recubrimientcomestible en frutas y hortalizas*.
- Vázquez M., & Guerreeo J. (2013). *Recubrimientos de frutas con biopelículas*. C.P. 72810. Recuperado a partir de <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Vazquez-Briones-et-al-2013.pdf>
- Mundo Alimentario. (2011). *Deterioro de las Frutas Y Hortalizas en el Periodo de Poscosecha*. Mundo Alimentario, 10-15.
- Naranjo, P. (2012). *Mitos, alucinantes y plantas alucinantes*. Quito: Corporación Editorial Nacional.
- Palacios, M. (2012). *Influencia del blanqueado y secado a dos temperaturas en el contenido de compuestos fenólicos, carotenoides y capacidad antioxidante de los tubérculos de mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón)*. Lima.
- RAMÍREZ, J. D., ARISTIZÁBAL, I. D., & RESTREPO, J. I. (2013). *Blackberry conservation through the application of edible coating of aloe vera mucilaginous gel*. Vitae, 20(3), 172-183.
- Martínez-Romero, D., Guillén, F., Valverde, J., Serrano, M., Zapata, P., Bailén, G., ... & Castillo, S. (2007). *Aloe vera gel como recubrimiento comestible en frutas y hortalizas*. Universidad Miguel Hernández-España.
- RESTREPO, J. I., & ARISTIZÁBAL, I. D. (2010). *Conservation of strawberry (Fragaria X ananassa Duch cv. Camarosa) by edible coating application of sabila gel mucilage (Aloe barbadensis miller) and carnauba wax*. Vitae, 17(3), 252-263.
- RAMÍREZ, J. D., Aristizabal, I. D., & RESTREPO, J. I. (2013). *Conservación de mora de castilla mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila*. Vitae, 20(3).

Artículos científicos:

- Zúñiga García, D. E. (2016). CONSERVACION DE FRUTILLAS (Fragaria sp.) *Mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucilaginoso de penca sábila (Aloe barbadencis Miller)* (Master's thesis, Universidad del Azuay).

Páginas web

- <https://propiedadesde.net/propiedades-de-la-guayaba/>
- <https://es.scribd.com/doc/21789444/INSTRUMENTOS-DE-INVESTIGACION>
- <http://www.ub.edu/ice/recerca/pdf/ficha3-cast.pdf>
- http://biblioteca.ucv.cl/site/servicios/documentos/metodologias_investigacion
- <http://www.psicol.unam.mx/Investigacion2/pdf/METO2F.pdf>
- <http://postgrado.una.edu.ve/metodologia2/paginas/cerda7.pdf>

15. ANEXOS

Anexo 1. Lugar de ejecución.



Fuente: Google Maps.

Anexo 2. Tutor de titulación.**DATOS PERSONALES**

APELLIDOS: FERNANDEZ PAREDES
NOMBRES: MANUEL FERNÁNDEZ
ESTADO CIVIL: CASADO
CÉDULA DE CIUDADANÍA: 0501511604
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: SALCEDO, 01 /01/1966
DIRECCIÓN DOMICILIARIA: AVENIDA JAIME MATA/BARRIO CHIPOALO
TELÉFONO CONVENCIONAL: 03-2726060
TELÉFONO CELULAR: 0999921339
CORREO ELECTRÓNICO: mfernandez@andinanet.net
manuel.fernandez@utc.edu.ec
EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON: Sandra Salazar 03-2726060

**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

| NIVEL | TITULO OBTENIDO | FECHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT | CÓDIGO DEL REGISTRO SENESCYT |
|---------------|--|---|-------------------------------------|
| TERCER | INGENIERO EN ALIMENTOS | 20/02/2006 | 1010-06-665530 |
| CUARTO | MASTER EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN. MENCIÓN PLANEAMIENTO DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR | 03/06/2003 | 1020-03-399388 |

HISTORIAL PROFESIONAL

UNIDAD EN LA QUE LABORA: UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES– CAREN
DEPARTAMENTO AL QUE PERTENECE: DIRECCIÓN ACADÉMICA CAREN
ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: INGENIERÍA INDUSTRIAL Y CONSTRUCCIÓN
FECHA DE INGRESO A LA UTC: ENERO 1994

FIRMA

Anexo 3. Autor de titulación.**DATOS PERSONALES****APELLIDOS:** CAMPAÑA MEDINA**NOMBRES:** WELINGTON FABRICIO**ESTADO CIVIL:** SOLTERO**CÉDULA DE CIUDADANÍA:** 1804610200**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** AMBATO, 27 DE NOVIEMBRE 1994**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** BARRIO-TUNGUIPAMBA -PILLARO- - TUNGURAHUA**TELÉFONO CELULAR:** 0998162530**CORREO ELECTRÓNICO:** welington.campana0@utc.edu.ec**EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON:** Janina Campaña 0980255849**FORMACIÓN ACADÉMICA****SECUNDARIA**

Instituto Tecnológico Superior “Los Andes”

Bachiller en Ciencias, Especialidad: Químico Biológicas

SUPERIOR

Estudiante de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial

Universidad Técnica de Cotopaxi en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Vinculación con la sociedad

SEMINARIOS -CONGRESO REALIZADOS

| SEMINARIOS | HORAS |
|---|--------------|
| “BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN ALIMENTOS PROCESADOS” 2016 | 40 |
| I SEMINARIO DE ALIMENTOS AGROINDUSTRIALES 2017 | 40 |
| CONGRESO INTERNACIONAL DE AGROINDUSTRIAS, CIENCIA TECNOLOGÍA E INGENIERÍA. 2018 | 40 |
| SEMINARIO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROINDUSTRIAL. | 40 |

FIRMA

Anexo 4. Análisis microbiológico del mejor tratamiento.



“Eficiencia y rapidez en sinergia con el desarrollo de su empresa”

REPORTE DE RESULTADOS

CODIGO DE MUESTRA N° 05768

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Sr. Fabricio Campaña

Domicilio / Address

Salache

Teléfonos / Telephones

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

GUAYABA T3 (Recubrimiento de mucilago)

Marca comercial / Trade Mark

No tiene


Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Resultados Microbiológico

| Parámetro | Rch-5760 | VLP* | Norma |
|--------------------------|----------|-------------------|-----------------------|
| Coliformes Totales UFC/g | < 100 | < 10 ² | Petrifilm AOAC992 |
| E. Coli UFC/g | 0 | < 1 | Petrifilm AOAC998.08 |
| Aerobios Mesófilos UFC/g | < 100 | < 10 ³ | Petrifilm AOAC 986.33 |
| Mohos y levaduras UFC/g. | 37 | < 100 | Petrifilm AOAC 997.02 |

Emitido en: Riobamba, el 11 de febrero de 2019


 Dr. William Viñan Arias
 ANALISTA QUIMICO

SETLAB
 Servicios de Transferencia Tecnológica
 y Laboratorios Agropecuarios
 Av. 28 - 55 y Jaime Roldós
 033355-764

Anexo 5. 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 del Proyecto Investigación al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL** de la Facultad de **CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES – Sr. CAMPAÑA MEDINA WELINGTON FABRICIO**, cuyo título versa “**APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A PARTIR DEL MUCILAGO DE SÁBILA (*Aloe vera*) COMO MÉTODO DE CONSERVACIÓN DE LA GUAYABA**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, Febrero del 2019

Atentamente,

Lic. María Fernanda Aguaiza
DOCENTE INGLÉS CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050345849-9

www.utc.edu.ec

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido / San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205



Anexo 6. *Fotografías del proceso de elaboración del recubrimiento del mucílago.*



Fuente: Campaña W.



Fuente: Campaña W.



Fuente: Campaña W.