



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“APLICACIÓN DE UNA PELÍCULA COMESTIBLE A BASE DE MUCÍLAGO DE
NOPAL Y ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO EN LA CONSERVACIÓN
POSCOSECHA DE LA FRESA (*Fragaria x ananassa*)”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingenieros Agroindustriales

Autores:

Punina Caiza Nelly Mercedes

Ulcuango Tuquerres Rovinson Byron

Tutor:

Fernández Paredes Manuel Enrique Ing. Mg.

LATACUNGA- ECUADOR

Marzo 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Punina Caiza Nelly Mercedes, con cédula de ciudadanía No.1804774600; y, Ulcuango Tuquerres Rovinson Byron, con cédula de ciudadanía No.1726114596, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Aplicación de una película comestible a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano en la conservación poscosecha de la fresa (*Fragaria x ananassa*)”, siendo el Ingeniero Mg. Manuel Enrique Fernández Paredes Tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 23 de marzo del 2022

Nelly Mercedes Punina Caiza
Estudiante
CC: 1804774600

Rovinson Byron Ulcuango Tuquerres
Estudiante
CC: 1726114596

Ing. Mg. Manuel Enrique Fernández Paredes
Docente Tutor
CC: 0501511604

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 **PUNINA CAIZA NELLY MERCEDES**, identificada con cédula de ciudadanía N° **1804774600**, de estado civil Soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. 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 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 una película comestible a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano en la conservación poscosecha de la fresa (*Fragaria x ananassa*)**” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Fecha de inicio de la carrera: Abril 2017- Agosto 2017

Fecha de finalización: Octubre 2021- Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 7 de Enero del 2022

Tutor: Ing. Mg. Manuel Enrique Fernández Paredes

Tema: “Aplicación de una película comestible a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano en la conservación poscosecha de la fresa (*Fragaria x ananassa*)”

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 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 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.

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

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

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

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **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 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 CEDENTE** en forma escrita.

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 23 días del mes de marzo del 2022.

Punina Caiza Nelly Mercedes
LA CEDENTE

Ing.Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

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 **ULCUANGO TUQUERRES ROVINSON** Byron, identificado con cédula de ciudadanía N° **1726114596**, de estado civil Soltero a, quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. 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.- 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 una película comestible a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano en la conservación poscosecha de la fresa (*Fragaria x ananassa*)**” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Fecha de inicio de la carrera: Abril 2017- Agosto 2017

Fecha de finalización: Octubre 2021- Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 7 de Enero del 2022

Tutor: Ing. Mg. Manuel Enrique Fernández Paredes

Tema: “Aplicación de una película comestible a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano en la conservación poscosecha de la fresa (*Fragaria x ananassa*)”

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, **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 **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.

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

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **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 **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 **EL CEDENTE** en forma escrita.

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 23 días del mes de marzo del 2022.

Ulcuango Tuquerres Rovinson Byron
EL CEDENTE

Ing.Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“APLICACIÓN DE UNA PELÍCULA COMESTIBLE A BASE DE MUCÍLAGO DE NOPAL Y ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO EN LA CONSERVACIÓN POSCOSECHA DE LA FRESA (*Fragaria x ananassa*)”, de Punina Caiza Nelly Mercedes y Ulcuango Tuquerres Rovinson Byron, de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 23 de marzo del 2022

Ing. Mg. Manuel Enrique Fernández Paredes
DOCENTE TUTOR
CC: 0501511604

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos 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, los postulantes: Punina Caiza Nelly Mercedes y Ulcuango Tuquerres Rovinson Byron, con el título del Proyecto de Investigación “APLICACIÓN DE UNA PELÍCULA COMESTIBLE A BASE DE MUCÍLAGO DE NOPAL Y ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO EN LA CONSERVACIÓN POSCOSECHA DE LA FRESA (*Fragaria x ananassa*)”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 23 de marzo del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing.MSc. Edwin Fabián Cerda Andino
CC: 0501369805

Lector 2

Quim. MSc. Gustavo José Sandoval Cañas
CC:1713697538

Lector 3

Dra. Mg. Patricia Marcela Andrade Aulestia
CC: 0502237555

AGRADECIMIENTO

Primero quiero dar gracias a Dios por su infinito amor, por darme salud, vida e inteligencia necesaria permitiéndome llegar a mi culminación académica.

Doy gracias en especial a mis padres quienes me apoyaron económicamente en todo el proceso formativo, por ser parte fundamental en mi vida.

Mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas, dejando ser parte de la institución, en ella encontré grandes amigos que los llevaré en mi corazón.

Y doy gracias al Ing. Manuel Fernández a mi tutor de proyecto por su paciencia en este trayecto.

Nelly Mercedes Punina Caiza

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto primero a Dios porque sin él no somos nada.

A mis queridos padres Esteban Punina y María Caiza por su cariño y paciencia, por inculcarme valores sus sabios consejos incondicionales pese a muchas adversidades me dieron sus palabras de aliento, su constante apoyo que me dio fuerza permitiendo alcanzar mi meta universitaria siempre luchando por mis sueños.

A mis hermanos, Alex, Rodrigo, David y John quienes me motivaron, con su ejemplo a ser una persona de bien impulsándome a cumplir mis objetivos. Los amo.

Nelly Mercedes Punina Caiza

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios y a la Virgen por haberme brindado salud, vida y fortaleza para cumplir con mis objetivos, sobre todo por permitirme la dicha de tener unos padres tan maravillosos que siempre me demostraron amor, cariño y confianza, apoyándome moral y económicamente, ellos junto a mi hermano, fueron pilar fundamental en la concepción del presente proyecto de investigación.

Gracias también a los amigos que me apoyaron y aconsejaron para mantenerme constante en el camino de mi formación académica.

Por su puesto, gracias a mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi, donde viví experiencias muy satisfactorias, conocí maestros, amigos y compañeros que compartieron experiencias y conocimientos que me motivaron a seguir adelante en la lucha para conseguir mis sueños.

Rovinson Byron Ulcuango Tuquerres

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación se lo dedico a mis padres, Pedro Ulcuango y Rosa Tuquerres, por siempre ser mi fuente de inspiración para salir adelante y cumplir mis sueños, demostrándome su apoyo y cariño incondicional, compartiéndome experiencias y enseñanzas de vida que siempre guardaré en el fondo de mi corazón, sin ellos nunca hubiese logrado tan anhelado sueño de formarme profesionalmente, y sobre todo ser una persona de bien.

A mi hermano Pedro Felipe Ulcuango y su familia, por el apoyo, las enseñanzas y consejos que me impulsaron a seguir adelante a pesar de las adversidades.

Rovinson Byron Ulcuango Tuquerres

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “APLICACIÓN DE UNA PELÍCULA COMESTIBLE A BASE DE MUCÍLAGO DE NOPAL Y ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO EN LA CONSERVACIÓN POSCOSECHA DE LA FRESA (*Fragaria x ananassa*)”

AUTORES: Punina Caiza Nelly Mercedes
Ulcuango Tuquerres Rovinson Byron

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se utiliza mucílago de nopal y aceite esencial de orégano con el objetivo de obtener una película comestible para prolongar el tiempo de conservación poscosecha de la fresa. Para lo cual se realizó la extracción del mucílago a través del triturado, calentamiento, filtración, precipitado, deshidratación, y almacenado. Una vez elaborada la película comestible se aplicó sobre las fresas a temperatura ambiente, donde se evaluaron parámetros fisicoquímicos, registrando datos durante los días de estudio 1,4,7, y 10. La valoración e incidencia de la película comestible se ejecutó mediante un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial A*B +1, mismo que se realizó con 4 tratamientos y 3 repeticiones, donde el factor A corresponde al porcentaje de mucílago de nopal en dos niveles (2%, 4%) y el factor B corresponde al aceite esencial de orégano, en dos niveles (0,5%, 1%). El tratamiento testigo (T0), se vio afectado significativamente en todas sus características fisicoquímicas desde el día 4. En los demás tratamientos con la película comestible existen rangos óptimos en los parámetros físicos de la calidad. El tratamiento T2 compuesto por 2% de mucílago de nopal y 1% aceite esencial de orégano, presenta mejores resultados, en el día 10, pérdida de peso 22,01; pH fue de 3,97; sólidos solubles 9,53; acidez titulable 0,76; porcentaje de humedad 88,36 y textura 1,09. En los resultados microbiológicos del mejor tratamiento se obtuvieron 60 UFC/g de aerobios mesófilos totales, <10 UFC/g de *Staphylococcus aureus*, <10 UFC/g de Coliformes totales, 80 UFC/g de mohos y 20 UFC/g de levaduras, por lo cual se encuentra dentro de los valores establecidos por referencias bibliográficas. De esta manera se considera que las películas comestibles elaboradas a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano influyen positivamente en la conservación poscosecha de la fresa.

Palabras clave: Mucílago, aceite esencial, conservación, nopal, fresa, orégano.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: "APPLICATION OF AN EDIBLE FILM BASED ON NOPAL MUCILAGE AND ORGANIC ESSENTIAL OIL IN THE POST HARVEST CONSERVATION OF STRAWBERRY (*Fragaria x ananassa*)".

AUTHORS: Punina Caiza Nelly Mercedes
Ulcuango Tuquerres Rovinson Byron

ABSTRACT

In this research work, cactus mucilage and oregano essential oil were used in order to obtain an edible film to extend the post-harvest shelf life of strawberries. The mucilage was extracted by crushing, heating, filtration, precipitation, dehydration and storage. Once the edible film was prepared, it was applied to the strawberries at room temperature, where physicochemical parameters were evaluated, recording data during study days 1, 4, 7 and 10. The assessment and incidence of the edible film was carried out using a completely randomised block design with a factorial arrangement A*B +1, with 4 treatments and 3 replicates, where factor A corresponds to the percentage of nopal mucilage at two levels (2%, 4%) and factor B corresponds to the essential oil of oregano, at two levels (0.5%, 1%). The control treatment (T0) was significantly affected in all its physicochemical characteristics from day 4. In the other treatments with the edible film, there are optimal ranges in the physical quality parameters. Treatment T2, composed of 2% cactus mucilage and 1% oregano essential oil, showed better results on day 10, weight loss 22.01; pH was 3.97; soluble solids 9.53; titratable acidity 0.76; moisture percentage 88.36 and texture 1.09. In the microbiological results of the best treatment, 60 CFU/g of total mesophilic aerobes, <10 CFU/g of *Staphylococcus aureus*, <10 CFU/g of total coliforms, 80 CFU/g of moulds and 20 CFU/g of yeasts were obtained, which is within the values established by bibliographical references. Thus, it is considered that the edible films elaborated with cactus mucilage and oregano essential oil have a positive influence on the postharvest preservation of strawberries.

Keywords: mucilage, essential oil, preservation, cactus, strawberry, oregano.

ÍNDICE DE INFORMACIÓN

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	viii
AGRADECIMIENTO	ix
DEDICATORIA.....	x
AGRADECIMIENTO	xi
DEDICATORIA.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xx
ÍNDICE DE FIGURAS	xxii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xxiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xxiv

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3.	BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	2
3.1	Beneficiarios directos:.....	2
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 CIENTÍFICA TÉCNICA.....	6
7.1	Antecedentes Investigativos	6
7.2	Fundamentación teórica	8
7.2.1	La fresa.....	8
7.2.1.1	Generalidades	8
7.2.1.2	Descripción de la planta	8
7.2.1.3	Clasificación botánica	9
7.2.1.4	El fruto.....	9
7.2.1.5	Composición nutricional	10
7.2.1.6	Parámetros de calidad.....	11
7.2.1.7	Características sensoriales	12
7.2.1.8	Composición química.....	12
7.2.2	Periodo de cosecha y poscosecha de la fresa	13
7.2.2.1	Cosecha	13
7.2.2.2	Poscosecha.....	13
7.2.3	Principales causas de pérdida poscosecha.....	14
7.2.3.1	Daños por respiración y transpiración de la fresa	14
7.2.3.2	Daño por enfermedades.....	15
7.2.3.3	Enfermedades causadas por plagas	15
7.2.3.4	Daños mecánicos.....	15
7.2.3.5	Daños por altas temperaturas	15
7.2.4	Principales Métodos para prolongar el tiempo de conservación poscosecha de la fresa	16
7.2.4.1	Tratamientos térmicos	16
7.2.4.2	Bajas temperaturas	16
7.2.4.3	Altas temperaturas.....	16
7.2.4.4	Inhibidores de etileno	16
7.2.4.5	Desinfección.....	17
7.2.4.6	Atmósferas controladas y modificadas.....	17
7.2.4.7	Envasados y recubrimientos.....	17
7.3	Películas y recubrimientos comestibles.....	18

7.3.1	Historia	18
7.3.2	Descripción de recubrimientos comestibles	18
7.3.3	Descripción de películas comestibles.....	18
7.3.4	Propiedades de las películas y recubrimientos comestibles.....	18
7.3.5	Técnicas más comunes para la obtención de PC y RC.....	19
7.3.5.1	Método de casting	20
7.3.6	Estructura de películas y recubrimientos comestibles.....	20
7.4	El nopal.....	20
7.4.1	Composición química.....	21
7.4.2	Composición nutricional	21
7.4.3	Recolección de hojas	21
7.4.4	Mucílago de nopal	22
7.4.4.1	El mucílago de nopal y su aplicación en películas y recubrimientos comestibles	22
7.5	Aceites esenciales.....	22
7.5.1	Aceites esenciales como antimicrobianos en alimentos.....	23
7.5.1.1	Aceite esencial de orégano	23
8.	VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS	24
8.1	Hipótesis nula.....	24
8.2	Hipótesis alternativa.....	24
9.	METODOLOGÍAS / DISEÑO EXPERIMENTAL.....	24
9.1	Tipos de investigación.....	24
9.1.1	Investigación bibliográfica	24
9.1.2	Investigación descriptiva	24
9.1.3	Investigación aplicada	24
9.2	Métodos de investigación.....	25
9.2.1	Método hipotético-deductivo	25
9.2.2	Método experimental.....	25
9.2.3	Método inductivo	25

9.2.4	Método cualitativo:.....	25
9.3	Técnicas de investigación.....	26
9.3.1	La observación	26
9.4	Instrumento de la investigación.....	26
9.4.1	Ficha de observación	26
9.5	Metodología para la elaboración de película comestible a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano para la conservación poscosecha de la fresa (<i>Fragaria x ananassa</i>).....	26
9.5.1	Materiales e insumos	26
9.5.1.1	Materiales	26
9.5.1.2	Insumos	27
9.5.2	Obtención de mucílago de nopal	27
9.5.2.1	Recepción del nopal	28
9.5.2.2	Selección	28
9.5.2.3	Lavado y retirado de impurezas	28
9.5.2.4	Pelado y troceado	29
9.5.2.5	Pesaje.....	29
9.5.2.6	Triturado o licuado	30
9.5.2.7	Calentamiento.....	30
9.5.2.8	Filtración	30
9.5.2.9	Precipitado.....	31
9.5.2.10	Centrifugación	31
9.5.2.11	Decantación	32
9.5.2.12	Deshidratación.....	32
9.5.2.13	Pulverizado.....	33
9.5.2.14	Almacenamiento.....	33
9.5.2.15	Diagrama de flujo de la obtención del mucílago de nopal.....	34
9.5.3	Obtención de la película comestible a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano	35
9.5.3.1	Recepción de materia prima	35
9.5.3.2	Pesaje.....	35
9.5.3.3	Disolución	36

9.5.3.4	Homogeneización.....	36
9.5.3.5	Filtrado	36
9.5.3.6	Disolución y homogeneización de aditivos.....	37
9.5.3.7	Adición en cajas Petri.....	37
9.5.3.8	Secado	38
9.5.3.9	Almacenamiento.....	38
9.5.3.10	Diagrama de flujo de la obtención de la película comestible.....	39
9.5.4	Aplicación de películas comestibles en fresas para su conservación poscosecha.....	39
9.5.4.1	Recepción y selección de materia prima	40
9.5.4.2	Retirado del cáliz de la fruta.....	40
9.5.4.3	Lavado	40
9.5.4.4	Desinfección.....	41
9.5.4.5	Secado	41
9.5.4.6	Aplicación de la película	42
9.5.5	Almacenamiento y análisis físicos, químicos y microbiológicos.....	42
9.5.6	Diagrama de flujo de la aplicación de la película comestible en fresas	43
9.6	Cuadro de Variables	44
9.7	Diseño experimental.....	44
9.7.1	Factores de estudio	45
9.7.2	Tratamientos en estudio.....	45
9.8	Determinación de análisis físicoquímicos.	45
9.8.1	Porcentaje de pérdida de peso.	45
9.8.2	Potencial Hidrógeno (pH).	46
9.8.3	Sólidos solubles (°Brix)	46
9.8.4	Porcentaje de acidez titulable.	46
9.8.5	Porcentaje de pérdida de humedad.....	47
9.8.6	Textura.....	47
9.8.7	Determinación de análisis microbiológicos	47
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	48
10.1	Análisis de características físicoquímicas.	48

10.1.1	Pruebas de Tukey para la variable porcentaje de pérdida de peso	50
10.1.2	Pruebas de Tukey para la variable potencial hidrógeno (pH)	54
10.1.3	Pruebas de Tukey para la variable sólidos solubles (°Brix).....	57
10.1.4	Pruebas de Tukey para la variable porcentaje de acidez titulable.....	62
10.1.5	Pruebas de Tukey para la variable porcentaje de humedad.....	67
10.1.6	Pruebas de Tukey para la variable textura.....	72
10.2	Análisis de las características microbiológicas	74
10.2.1	Recuento de aerobios mesófilos totales.....	75
10.2.2	Recuento de Staphylococcus aureus.....	75
10.2.3	Recuento de coliformes totales.....	76
10.2.4	Recuento de mohos y levaduras	76
10.3	Costo de elaboración de película comestible.	77
11.	IMPACTOS.....	77
11.1	Impacto técnico	77
11.2	Impacto social.....	78
11.3	Impacto ambiental	78
11.4	Impacto económico	78
12.	PRESUPUESTO	78
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
13.1	Conclusiones	80
13.2	Recomendaciones.....	81
14.	REFERENCIAS	82
15.	ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Actividades y Sistemas de Tareas en Relación a los Objetivos	5
Tabla 2	Composición Nutricional de la Fresa	11

Tabla 3 Composición Química de la Fresa.....	12
Tabla 4 Condiciones Óptimas de Almacenamiento de Fresa.....	14
Tabla 5 Composición Nutricional de la hoja de nopal	21
Tabla 6 Cuadro de Variables	44
Tabla 7 Factores de Estudio (Película Comestible a Base de Mucílago de Nopal y Aceite Esencial de Orégano).....	45
Tabla 8 Tratamientos en Estudio.....	45
Tabla 9 Análisis de Varianza del Porcentaje de Pérdida de Peso.....	48
Tabla 10 Pruebas de Rango Múltiple Tukey Para los Tratamientos	50
Tabla 11 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A.	51
Tabla 12 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A*B.....	52
Tabla 13 Análisis de Varianza del Potencial Hidrógeno (pH)	52
Tabla 14 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio Tratamientos	54
Tabla 15 Análisis de Varianza de Sólidos Solubles (°Brix).....	55
Tabla 16 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio Tratamientos	57
Tabla 17 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A	58
Tabla 18 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio B	59
Tabla 19 Análisis de Varianza del Porcentaje de Acidez Titulable	59
Tabla 20 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio Tratamientos	62
Tabla 21 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio Repeticiones	63
Tabla 22 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A	64
Tabla 23 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio B	64
Tabla 24 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A*B.....	65
Tabla 25 Análisis de Varianza del Porcentaje de Humedad.....	65
Tabla 26 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio Tratamientos	67
Tabla 27 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A	69
Tabla 28 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio B	69

Tabla 29 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A*B.....	70
Tabla 31 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio Tratamientos	72
Tabla 32 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A	73
Tabla 33 Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Fstudio B.....	74
Tabla 34 Resultados de las Características Microbiológicas del Mejor Tratamiento T2 (Mucílago de Nopal 2% Aceite Esencial de Orégano 1%	74
Tabla 35 Resultados de las Características Microbiológicas del Tratamiento Testigo	75
Tabla 36 Análisis Económico de la Elaboración de Película Comestible para la Conservación de la Poscosecha de la Fresa.....	77
Tabla 37 Presupuesto del Proyecto.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Etapas de Maduración de la Fresa.....	10
Figura 2 Acción de los Recubrimientos y Películas Comestibles	19
Figura 3 Método de Vaciado en Placa “Casting” para Formulación de Película Comestible..	20
Figura 4 Recolección de Nopal	28
Figura 5 Selección del Nopal	28
Figura 6 Lavado y Retirado de Impurezas	29
Figura 7 Pelado y Troceado.....	29
Figura 8 Pesaje	29
Figura 9 Triturado o Licuado	30
Figura 10 Calentamiento	30
Figura 11 Filtración	30
Figura 12 Precipitado	31
Figura 13 Centrifugación.....	32
Figura 14 Decantación.....	32
Figura 15 Deshidratación	32
Figura 16 Pulverización.....	33

Figura 17 Almacenamiento	33
Figura 18 Recepción de Materia Prima	35
Figura 19 Pesaje	35
Figura 20 Disolución	36
Figura 21 Homogeneización.....	36
Figura 22 Filtrado	37
Figura 23 Aditivos Glicerina, Tween y Aceite Esencial de Orégano.....	37
Figura 24 Adición en Cajas Petri.....	38
Figura 25 Secado	38
Figura 26 Almacenamiento	38
Figura 27 Recepción de Materia Prima	40
Figura 28 Retirado del Cáliz de la Fruta	40
Figura 29 Lavado.....	41
Figura 30 Desinfección.....	41
Figura 31 Secado	41
Figura 32 Aplicación de la Película.....	42
Figura 33 Porcentaje de pérdida de Peso.....	51
Figura 34 Potencial de Hidrógeno (pH)	55
Figura 35 Sólidos solubles (°Brix)	58
Figura 36 Porcentaje de Acidez Titulable	63
Figura 37 Porcentaje de Humedad	68
Figura 38 Textura	73

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Pérdida de peso (%)	46
Ecuación 2 Acidez Titulable (%).....	46
Ecuación 3 Contenido de Humedad (%)	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos recolectados	91
Anexo 2. Hoja de Vida del Postulante 1.....	94
Anexo 3. Hoja de Vida del Postulante 2.....	96
Anexo 4. Análisis Microbiológico del Tratamiento Testigo	98
Anexo 5. Análisis Microbiológico del Mejor Tratamiento T2 (Mucílago de Nopal 2% Aceite Esencial de Orégano 1%.....	99
Anexo 6. Datos de Repetición I, Porcentaje de Pérdida de Peso.	100
Anexo 7. Datos de Repetición II, Porcentaje de Pérdida de Peso.	100
Anexo 8. Datos de Repetición III, Porcentaje de Pérdida de Peso.....	100
Anexo 9. Datos de Repetición I Potencial Hidrógeno (pH).	101
Anexo 10. Datos de Repetición II Potencial Hidrógeno (pH).....	101
Anexo 11. Datos de Repetición III Potencial Hidrógeno (pH).	101
Anexo 12. Datos de Repetición I Sólidos Solubles (°Brix).....	102
Anexo 13. Datos de Repetición II Sólidos Solubles (°Brix).	102
Anexo 14. Datos de Repetición III Sólidos Solubles (°Brix).....	102
Anexo 15. Datos de Repetición I Acidez Titulable.....	103
Anexo 16. Datos de Repetición II Acidez Titulable.....	103
Anexo 17. Datos de Repetición III Acidez Titulable.	103
Anexo 18. Datos de Repetición I Porcentaje de Humedad.	104
Anexo 19. Datos de Repetición II Porcentaje de Humedad.	104
Anexo 20. Datos de Repetición III Porcentaje de Humedad.....	104
Anexo 21. Datos de Repetición I Determinación de Textura (N).	105
Anexo 22. Datos de Repetición II Determinación de Textura (N).....	105
Anexo 23. Datos de Repetición III Determinación de Textura (N).	105
Anexo 24. Aval del Traductor	106

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Aplicación de una película comestible a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano en la conservación poscosecha de la fresa (*Fragaria x ananassa*)”

Lugar de ejecución:

Barrio: Salache Rumipamba

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona: 3

País: Ecuador

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera: Ingeniería Agroindustrial.

Nombres de equipo de investigadores:

Tutor de Titulación

Ing. Mg. Manuel Enrique Fernández Paredes

Estudiantes:

Nelly Mercedes Punina Caiza

Rovinson Byron Ulcuango Tuquerres

Área de conocimiento:

Área: Ingeniería, industria y construcción.

Sub área: Industria y producción.

Línea de investigación:

Línea: Desarrollo y seguridad alimentaria.

Sublínea de investigación:

Optimización de procesos tecnológicos agroindustriales.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La fresa es un alimento perecedero que requiere de ciertos cuidados extremos para su conservación, lo cual lleva a tener grandes pérdidas para los productores, comerciantes y consumidores del producto, según Grajales, (2010) menciona que la fresa recolectada en plena fase de maduración y conservada a temperatura ambiente pierde su características naturales en un 80% en tan solo 8 horas. Por lo cual es necesario establecer un método para alargar el tiempo de conservación de esta fruta, es por este motivo que se considera importante la realización de este proyecto de investigación. Dentro del cual se encuentra plasmada importante información teórica y práctica, que aporta conocimientos de un proceso de elaboración de películas comestibles formuladas principalmente con mucílago de nopal y aceite esencial de orégano, materias primas que representan un gran valor dentro de la industria alimentaria, aportando diferentes beneficios y soluciones a los problemas del mundo moderno, sin embargo aún se desconoce las diferentes aplicaciones y usos que se les puede otorgar a estos productos, teniendo como consecuencias la desvalorización de los mismos, lo cual genera pérdidas para todos los involucrados en la obtención del nopal y aceite esencial de orégano.

Las películas comestibles utilizadas como recubrimiento de alimentos representan un gran valor para las futuras generaciones, pues son una de las principales alternativas para reemplazar conservantes tradicionales que contaminan el medio ambiente y causan daños a los consumidores, como es el caso de los plásticos y los fungicidas. (Fernández et al, 2015)

La importancia de brindar a los consumidores un producto saludable con las mejores características físicas, químicas y microbiológicas, deriva del proceso de conservación a la cual se somete al producto, por lo cual el impacto y relevancia del desarrollo de este proyecto se evidencia en toda la sociedad, buscando la mejora continua en conservación de alimentos.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Beneficiarios directos:

Con la evaluación de los resultados obtenidos se encuentran como beneficiarios directos: a los productores y comerciantes de fresa, además, los agricultores de nopal y orégano, la Universidad Técnica de Cotopaxi con el apoyo de la investigación generando una alternativa natural de conservación poscosecha de la fresa.

Según Quilo. (2016) menciona que el cultivo de fresa se encuentra en las provincias de la sierra, Pichincha con 400 hectáreas cultivadas, Tungurahua con 240 hectáreas, mientras que las provincias de Chimborazo, Cotopaxi e Imbabura superan las 40 hectáreas.

3.2 Beneficiarios indirectos

En el presente proyecto de investigación serán beneficiarios indirectos las industrias alimentarias que puedan apoyarse en la investigación realizada, como una alternativa de conservación de alimentos y los consumidores de la fruta fresca y sus derivados.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La producción de fresa en el Ecuador representa un eje fundamental para el desarrollo económico de familias enteras, esta fruta destaca por su excelente sabor y propiedades nutritivas, sin embargo se evidencian grandes pérdidas por su reducido tiempo de conservación poscosecha, perjudicando a productores, comerciantes, industrias alimenticias que la utilizan como materia prima y consumidores de la fruta fresca, haciendo evidente un serio problema que se ve reflejado en la pobreza de los involucrados en esta cadena comercial. (Borja, 2010)

Factores como el color, sabor, aroma, textura, madurez y apariencia física de la fresa son los atributos que influyen al momento de tomar la decisión de comprar el alimento, de este modo nace el cuestionamiento, ¿con la aplicación de una película comestible elaborada a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano permite la conservación poscosecha de la fresa?

Además, el desconocimiento o el poco interés de estudio para buscar nuevas alternativas de conservación de alimentos, lleva a la población a desperdiciar recursos tan beneficiosos que aportan los mucílagos y aceites esenciales, haciendo evidente la desvalorización tanto del nopal como del aceite esencial de orégano y llevando a sus productores a abandonar su cultivo por la baja rentabilidad.

La aplicación de una película comestible a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano para fortalecer la conservación poscosecha de la fresa, se lleva a cabo teniendo en cuenta diferentes investigaciones que promueven el aprovechamiento de los recursos naturales dentro de la industria alimentaria.

5. OBJETIVOS:

5.1 Objetivo general:

Aplicar una película comestible a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano en la conservación poscosecha de la fresa (*Fragaria x ananassa*)

5.2 Objetivos específicos:

- Obtener películas comestibles mediante el uso de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano a diferentes concentraciones.
- Determinar las características fisicoquímicas de las fresas recubiertas con la película comestible.
- Comparar las características microbiológicas de la fresa del mejor tratamiento vs testigo.
- Establecer los costos de producción de la película comestible.

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

Tabla 1

Actividades y Sistemas de Tareas en Relación a los Objetivos

Objetivos	Actividad (Tareas)	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Obtener películas comestibles mediante el uso de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano a diferentes concentraciones.	-Se elaboró las películas comestibles a base de mucílago de nopal y aceite de orégano de acuerdo a las formulaciones de los diferentes tratamientos	Películas comestibles a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano	Películas comestibles
Determinar las características fisicoquímicas de las fresas recubiertas con la película comestible.	-Se colocó la película comestible sobre la fresa en tratamiento. -Se determinaron las características fisicoquímicas de las fresas recubiertas durante el tiempo de almacenamiento.	Obtención de datos estadísticos para la identificación de del mejor tratamiento	Análisis de pérdida de peso, acidez titulable, sólidos solubles, pH, porcentaje de humedad, textura.
Comparar las características microbiológicas de la fresa del mejor tratamiento vs testigo.	-Se determinó el mejor tratamiento de acuerdo a los análisis fisicoquímicos. -Se comparó las características microbiológicas del mejor tratamiento vs testigo.	Análisis e interpretación de los resultados obtenidos	Análisis de laboratorio
Establecer los costos de producción de la película comestible.	-Se estableció los costos de producción de las películas comestibles.	Costo de producción de la elaboración de películas comestibles	Tabla de costos

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

7.1 Antecedentes Investigativos

Según Morales. (2011) en su estudio “*Generalidades y aplicación de películas y recubrimientos comestibles en la cadena hortofrutícola*” Concluye que el uso de películas y recubrimientos comestibles representa un enfoque innovador para alargar el tiempo de conservación de productos frescos en la cadena hortofrutícola, puesto que el material protector puede modificar el intercambio gaseoso, la pérdida de humedad y por efecto, retrasa la deshidratación superficial del alimento, conservando así sus características naturales por mayor tiempo, además son una alternativa para sustituir a los envases tradicionales que provocan daños al medio ambiente, son naturales y biodegradables, y en la mayoría de los casos son formulados a partir de materiales que generalmente se desechan en la agricultura.

De acuerdo con Fernández et al. (2015) en su estudio “*Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas*” concluye que, las películas y recubrimientos comestibles presentan una barrera protectora que permite regular la transferencia de oxígeno, humedad, aroma, dióxido de carbono, entre otras, que causan el deterioro de los alimentos, por ende mejoran o preservan las características sensoriales y nutricionales de los alimentos sometidos al recubrimiento, generando ventajas para todos los involucrados en la cadena comercial de productos hortofrutícolas, al prolongar el tiempo de vida de anaquel del alimento.

Según Ayquipa. (2018) en su estudio “*caracterización física de películas comestibles obtenidas de mucílago de cáscara de tuna (Opuntia spp) y almidón de cáscara de papa (Solanum tuberosum)*” menciona que la diferencia entre un recubrimiento y una película comestible principalmente se ve reflejada en las características físicas; una película o film es una capa delgada, formada de acuerdo a las características de un molde específico, una vez formado el film se procede a colocarlo sobre el alimento o entre sus componentes. Un recubrimiento por su parte se obtiene como una capa delgada, formada directamente sobre el alimento. Tanto la película como el recubrimiento son elaborados estrictamente a partir de materiales comestibles que no alteren las características y propiedades nutricionales de los alimentos.

Según Avila & López. (2008) en su estudio “*Aplicación de sustancias antimicrobianas a películas y recubrimientos comestibles*” concluye que el crecimiento microbiano en alimentos en la etapa de conservación es inminente por lo tanto la aplicación

de películas y recubrimientos comestibles elaboradas con antimicrobianos representan un enfoque de nuevos sistemas de conservación de alimentos, este sistema comparado con la aplicación directa de antimicrobianos a la superficie de productos alimenticios, presentan gran diferencia, potencializando el uso de películas y recubrimientos comestibles al ser esta combinación mucho más efectiva. Adicional a ello las películas y recubrimientos al ser usadas en alimentos pueden potencializar las características básicas de los alimentos, por ende, se destaca la importancia del estudio de incorporación de antimicrobianos en la formulación de películas comestibles, puesto que ellas cumplen un objetivo relevante en el proceso de alargar el tiempo de vida útil de los alimentos, poniendo énfasis especial en potencializar el uso de antimicrobianos naturales.

De acuerdo con Salinas et al. (2015) en su estudio "*Propiedades físicas, mecánicas y de barrera de películas comestibles a base de mucílago de nopal como alternativa para la aplicación en frutos*" mencionan que la aplicación de películas y/o recubrimientos comestibles a base de mucílago de nopal constituye una alternativa que contribuirá a la reducción de polímeros sintéticos que actualmente se usan para la conservación de frutos, el material que se utiliza es de lenta degradación, sin embargo el mucílago de nopal presenta en su composición un material idóneo que permite obtener los mismos resultados pero en este caso es muy amigable con el ambiente.

De acuerdo con Pazmiño et al. (2020) en su estudio "*Inhibición del crecimiento de Salmonella spp y Staphylococcus aureus por efecto del aceite esencial de orégano en una película biodegradable activa de ácido poliláctico*" concluye que las películas biodegradables activas con aceite esencial de orégano son una alternativa práctica para ser usadas como una barrera efectiva en conservación de alimentos, evitando pérdidas poscosecha y minimizando al máximo los tratamientos que actualmente se utilizan, mismos que al ser usados inadecuadamente pueden ser perjudiciales para la salud del consumidor, causando toxicidad, el efecto del aceite de orégano es notorio para la inhibición de diferentes microorganismos patógenos que afectan las cualidades naturales de los alimentos, sin embargo, aún falta mucho por descubrir con respecto al accionar de este producto en el amplio mundo de los patógenos.

Según Barraqueta et al. (2018) en su estudio "*Propiedades fisicoquímicas y aplicación de recubrimientos comestibles en la conservación de fresa (Fragaria x Ananassa)*" concluye que los parámetros fisicoquímicos de pérdida de peso, textura, sólidos solubles, pH y acidez, son una clara muestra del actuar efectivo de las películas comestibles permitiendo un mejor manejo de la etapa poscosecha de frutos, agentes bioactivos como los

aceites antimicrobianos y bajas temperaturas, puede extender muy significativamente la conservación de características fisicoquímicas y sanitarias de los alimentos.

7.2 Fundamentación teórica

7.2.1 La fresa.

7.2.1.1 Generalidades

La fresa o también conocida como frutilla es un producto muy apreciado en el Ecuador por los diferentes usos que se le pueden dar, ya sea de manera convencional o dentro de la industria alimentaria “se destaca por su contenido de vitamina C, taninos, flavonoides, antocianinas, catequina, quercetina y kaempferol, ácidos orgánicos (cítrico, málico, oxálico, salicílico y elágico) y minerales (K, P, Ca, Na y Fe), además de pigmentos y aceite esencial” (Restrepo et al., 2009, p. 164).

La producción de frutilla en el Ecuador básicamente se concentra en la Sierra, la provincia con mayor incidencia en el cultivo de fresa es Pichincha con un 90% de la producción nacional, sectores como el Quinche, Yaruquí, Tumbaco, y Cayambe son los más involucrados en esta labor, sin embargo, dentro de las provincias de Imbabura y Tungurahua se evidencia un creciente número de áreas de cultivo de esta planta (Muñoz et al., 2012).

7.2.1.2 Descripción de la planta

La fresa (*Fragaria x ananassa*) es una planta herbácea de tipo vivaz que puede vivir varios años dependiendo de los cuidados que se le brinden, sin embargo, su etapa de producción económica es reducida, en plantaciones de mayor edad las plantas se muestran mucho más delicadas y susceptibles a plagas y enfermedades que afectan sus características, reduciendo notablemente la producción de frutos, siendo estos de menor calidad y tamaño (Altamirano, 2004).

Los estolones que la planta genera usualmente sirven para la propagación de la especie, de aquí nacen las raíces de una nueva planta, sus hojas y tallos son de color verde brillante y tienen los nervios muy marcados. Con un cuidado óptimo nacen florecillas de color blanco con cinco pétalos y numerosos estambres, de ahí se origina el cuajado del llamado fruto de la fresa. Se trata del eje del receptáculo floral engrosado y carnoso (Gómez, 2020).

7.2.1.3 Clasificación botánica

Hoy en día la fresa es uno de los cultivos más apreciados en diferentes regiones de la sierra ecuatoriana por lo que se considera de gran importancia conocer su clasificación botánica.

Pérez. (2018) presenta la siguiente clasificación botánica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosáceas

7.2.1.4 El fruto

La fresa es uno de los frutos más apreciados y conocidos por los seres humanos en el mundo pues destaca por su color, su sabor, y por su composición su riqueza en vitaminas y minerales, hacen de este alimento uno de los más codiciados para deleitar cualquier paladar. Además, los frutos de la fresa son una excelente fuente de fibra y compuestos bioactivos, necesarios para una correcta alimentación humana (Gómez, 2020).

La fruta es de gran aprecio por su delicado sabor, exquisito aroma y succulenta textura. Para ser consumida fresca o después de un proceso agroindustrial, sin embargo, uno de los factores más importantes a tomar en cuenta es la gran susceptibilidad al daño de su textura, pues se considera que su contenido de sólidos extremadamente bajo, y al tener mayor contenido de agua en su composición hace que esta fruta se deteriore con facilidad dando lugar al crecimiento de microorganismos que afectan sus características (Alcántara, 2009).

Por cada 100 g de fresa aproximadamente se encuentran 34,5 calorías y una gran cantidad de vitamina C y vitamina P o bioflavonoides, constituyendo a esta fruta como una de las fuentes alimenticias más saludables para el ser humano.

Además se caracteriza por tener un alto contenido de pigmentos naturales, que pueden ser muy utilizados dentro de la industria alimentaria y farmacéutica, la acción antioxidante de la fresa puede prevenir el desarrollo de ciertas enfermedades y tipos de cáncer (Sagñay, 2009).

El estado de maduración de la fresa es uno de los factores más relevantes en el mercado, en Colombia el Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE) estableció seis estados de maduración de la fresa teniendo en cuenta su cambio de color externo como se muestra en la figura 1 (Grajales, 2010).

Figura 1

Etapas de Maduración de la Fresa



Fuente: (Grajales, 2010)

La fresa se muestra en un grado de maduración de 0 a 6 teniendo en cuenta que el cero representa a la fruta tierna y el seis cuando ya ha alcanzado su etapa de madurez máxima y su color es completamente rojo (Grajales, 2010).

El fruto de la fresa llega a su máximo grado de desarrollo cuando deja de crecer y obtiene un tamaño y color definitivo, a partir de este momento empieza la etapa de descomposición. Donde intervienen diversos factores, por lo cual es necesario llevar un correcto manejo postcosecha del fruto, de este modo se pueden prevenir pérdidas por descomposición del producto (Altamirano, 2004).

7.2.1.5 Composición nutricional

Gracias a su composición la frutilla representa una fuente alimenticia necesaria en la dieta del ser humano.

Tabla 2*Composición Nutricional de la Fresa*

Componente	Cantidad
Agua	89.6
Calorías	34.5 Kcal
Proteínas	0.7 g
Hidratos de carbono	7 g
Lípidos	0.5g
Vitaminas	
Vitamina A	3 ug
Carotenos totales	20 ug
Vitamina E	0.2 mg
Vitamina B1	0.02 mg
Vitamina B2	0.04 mg
Niacina	0.6 mg
Vitamina C	60 mg
Minerales	
Calcio	25 mg
Hierro	0.8 mg
Fósforo	26 mg
Magnesio	12 mg
Zinc	0.26 mg
Sodio	2 mg
Potasio	190 mg

Fuente: (Sagñay, 2009)

Se muestra la composición química de la fresa expresada por cada 100 g de producto (Sagñay, 2009).

7.2.1.6 Parámetros de calidad

Los parámetros de calidad a tomar en cuenta para la fresa son muy variados y principalmente vienen determinados por sus características sensoriales en la apariencia se destaca su forma, color, tamaño, ausencia de golpes o defectos poscosecha, en cuanto al sabor y olor de la fruta debe tener un contenido elevado de sólidos solubles, acidez adecuada al gusto, además de una firmeza adecuada, de acuerdo con Alcántara.(2009) los niveles de sólido solubles de una fresa de calidad deben rondar los 7 a 12.7 ° Brix y su porcentaje de

acidez titulable debe estar entre 0.50 y 1.87, el cáliz de la fruta se debe encontrar verde y turgente.

7.2.1.7 Características sensoriales

Color: el color es una experiencia que percibimos gracias a la vista, químicamente hablando se presenta como una propiedad de la luz que es emitida por los objetos (Gómez, 2020).

Dependiendo de la etapa de madurez la fresa tiene un color rojo brillante intenso en su etapa de madurez, cuando la fruta no está madura tiende a tener un color blanco verdoso.

Olor: es una sensación que se aprecia gracias a la nariz, en este sentido las sustancias químicas volátiles de la fresa tienen un aroma dulce agradable (Gómez, 2020.)

Sabor: se detecta gracias a la lengua dependiendo de las características de madurez de la fruta se puede apreciar un sabor dulce agradable, por lo cual la fresa mayormente es consumida fresca. (Gómez, 2020)

7.2.1.8 Composición química

Tabla 3

Composición Química de la Fresa

Constituyente	Promedio
Sólidos totales (%)	7.0 – 12.7
Sólidos solubles totales (%)	4.6 – 11.9
Sacarosa (%)	0.2 – 2.5
Fructosa (%)	1.7 – 3.5
Glucosa (%)	1.4 – 3.1
pH	3.18 – 4.10
Acidez titulable (%)	0.50 – 1.87
Ácido ascórbico total o vitamina C (mg/100 g)	26 – 120
Antocianinas totales (mg/100 g)	55 – 145

Fuente: (Alcántara, 2009)

La composición química de la fresa viene determinada en condiciones ideales para el consumo del ser humano. Tomado de (Alcántara, 2009).

7.2.2 Periodo de cosecha y poscosecha de la fresa

7.2.2.1 Cosecha

La cosecha de la fresa se la realiza cuando haya alcanzado una etapa de madurez óptima, después de los 4 a 5 meses, se inicia la recolección del fruto de acuerdo con la figura 1 de la etapa de madurez debe encontrarse entre 4 a 5 o dependiendo de las exigencias del mercado, se debe tomar en cuenta que la fruta es altamente perecedera, por lo que realizar una cosecha cuando la fresa está demasiado madura representa un periodo de conservación mucho menor, por lo cual esta labor se la debe cumplir cada tres días y el producto obtenido manejarse con mucho cuidado (Grajales, 2010).

Las labores que se realicen en el cultivo serán de gran importancia para garantizar un producto de calidad, la fruta consume los nutrientes y energía de la planta por lo que si esta es correctamente cuidada el fruto tendrá mejores características y mayor tiempo de conservación.

7.2.2.2 Poscosecha

La fresa es una de las frutas que tienen el periodo de vida útil más corto de 80 horas por lo que es estrictamente necesario llevar un control adecuado de la temperatura para alargar su tiempo de conservación. (Grajales, 2010)

En la etapa poscosecha se da inicio a un proceso de selección empaque y transporte teniendo en cuenta que una fresa cosechada en plena etapa de madurez se deteriora fácilmente en un porcentaje aproximado del 80% en un corto periodo de 80 horas es por este motivo que las exigencias del mercado demandan en que la fresa sea cosechada en una etapa de maduración de $\frac{1}{2}$ o $\frac{1}{4}$ (Grajales, 2010)

Diferentes factores intervienen en la calidad de la fresa, por su composición esta fruta presenta un periodo de conservación muy corto, factores como la temperatura, humedad y meteorológicos son los principalmente tomados en cuenta, ya que la apariencia, firmeza, sabor, brillo, grado de madurez y ausencia de daños por golpes del fruto son determinantes para garantizar la aceptabilidad del mercado (Martínez et al., 2008).

En la etapa poscosecha de la fresa se debe tener en cuenta aspectos como una adecuada selección del fruto, pues este podría sufrir daños principalmente causados por mohos propios del cultivo lo cual afecta directamente a la conservación del alimento, una fruta contaminada o dañada podría causar daños irreversibles en todo el producto que se

encuentre en contacto. Además las condiciones de alta temperatura en el almacenaje primario o transporte provocan un sobrecalentamiento del fruto que se ve reflejado en la pérdida de contenido de agua.

Tabla 4

Condiciones Óptimas de Almacenamiento de Fresa.

Parámetros	Rangos óptimos
Temperatura óptima	0 ± 0,5 °C
Humedad relativa	90 a 95%
Tasa de producción de etileno 1 µL C ₂ H ₄ /kg por h	< 0,1 a 20 °C
Tasa respiratoria mL CO ₂ /kg por h	6 - 10 a 0 °C 25 - 50 a 10 °C 50 - 100 a 20 °C

Fuente: (Becerra et al., 2013)

Las condiciones óptimas de conservación se cumplen de acuerdo al envase del producto. Tomado de (Becerra et al., 2013).

7.2.3 Principales causas de pérdida poscosecha

7.2.3.1 Daños por respiración y transpiración de la fresa

Una característica muy importante de las frutas y hortalizas a tomar en cuenta cuando alcanzan su etapa de madurez, deriva en la respiración tomando oxígeno (O₂) y desprendiendo dióxido de carbono (CO₂). Biológicamente hablando este proceso es necesario en la naturaleza de las fresas para garantizar el desarrollo de la vida. Otro factor a tomar en cuenta es la transpiración, que causan grandes pérdidas del contenido de agua de la fruta, produciéndose cambios importantes dentro de su composición interna, dando inicio al deterioro o descomposición (Altamirano, 2004).

La frutilla presenta una de las tasas de respiración más elevadas a comparación con la mayoría de alimentos frescos, lo cual influye directamente para que el periodo de conservación poscosecha sea demasiado corto, lo mismo ocurre con la transpiración, la fresa al tener la piel demasiado blanda y fina genera una tasa de transpiración muy elevada, esta es una de las principales razones para que el medio de almacenamiento de la fresa represente un problema en el campo (Muñoz et al., 2012).

“La pérdida de un 4% de su peso se distingue en la piel, la cual pierde el brillo y se arruga. Pérdidas mayores al 5% de humedad hacen que la fruta no sea comerciable” (Becerra et al, 2013, p. 108).

7.2.3.2 Daño por enfermedades

El deterioro de la fresa se ve causado principalmente por agentes microbianos que tienen acción en la fruta contribuyendo a su descomposición. El hongo más común y difícil de controlar es el moho gris causada por *Botrytis cinérea*, la esporulación del hongo que la fruta acarrea desde el cultivo se produce en condiciones de humedad, a temperaturas controladas el hongo continúa creciendo, pero de manera limitada.

Otra enfermedad común en la poscosecha es ocasionada por el hongo *Rhizopus stolonifer*, generalmente las esporas de esta enfermedad están presentes en el ambiente, el aire donde se encuentra la fruta podría estar contaminado y la propagación es inminente, los problemas que ocasiona en el fruto son el ablandamiento y exudado, a diferencia del moho gris esta enfermedad se puede controlar fácilmente al someter al producto a temperaturas inferiores a 5 °C (Becerra et al., 2013).

7.2.3.3 Enfermedades causadas por plagas

Principalmente estos aparecen en la planta que luego son transmitidos al fruto dentro de estos se encuentran principalmente los nemátodos, ácaros, insectos aves, entre otros, generalmente esto se evita con un adecuado manejo del cultivo y la adecuada selección de los frutos. Además los virus y bacterias aunque son de poca incidencia causan daños significativos en la etapa poscosecha de la fresa (Muñoz & Naranjo, 2012).

7.2.3.4 Daños mecánicos

Las características generales como estructura y composición de la fresa la hacen demasiado susceptible a sufrir daños, esto ocurre principalmente durante la cosecha y manipuleo poscosecha, se manifiestan daños por herramientas usadas en el proceso de cosecha, raspones producto de choque o roce del fruto con objetos extraños o también por la excesiva compresión al momento de almacenar la frutilla (López, 2000).

7.2.3.5 Daños por altas temperaturas

Uno de los factores más influyentes en la conservación de alimentos es la temperatura a la cual este se someta, generalmente a temperaturas elevadas se evidencian grandes cambios en la fisiología del alimento, por el incremento aproximado de 10°C el deterioro del producto

es de 2 a 3 veces mas, esto se da por que el ritmo de respiración y transpiración aumenta ocasionando la germinación de microorganismos que causan daños al producto (FAO, 2007).

7.2.4 Principales Métodos para prolongar el tiempo de conservación poscosecha de la fresa

7.2.4.1 Tratamientos térmicos

Quizá sean de los más utilizados tradicionalmente en conservación de alimentos, pues es uno de los métodos más fáciles de aplicar, reduciendo las posibilidades de esporulación de microorganismos patógenos, sin embargo depende de la fisiología del alimento para la aplicación de temperaturas bajas o elevadas. Por lo general en fresas se utilizan tratamientos térmicos de temperaturas inferiores a 5°C “La Temperatura de almacenamiento afecta las reacciones y composición química, así como la integridad física de las frutas y hortalizas” (Inestroza et al., 2016).

7.2.4.2 Bajas temperaturas

Las fresas en general requieren una temperatura óptima de almacenamiento y transporte. Temperaturas que rodeen los 0°C son necesarias para mantener las características principales de la fresas (Díaz & Avila, 2021).

La aplicación de bajas temperaturas durante la cosecha y poscosecha, es uno de los factores más influyentes en la conservación de la vitamina C de las frutas y hortalizas y evita el desarrollo prolongado de patógenos presentes en el producto. Si la temperatura no es controlada adecuadamente se podría dar un desorden en la composición y fisiología del alimento ocasionando lo que se denomina como daños por frío (Inestroza et al., 2016).

7.2.4.3 Altas temperaturas

Una de las alternativas más apreciadas en la etapa poscosecha de la fresa son la aplicación de tratamientos a altas temperaturas, mismas que se las puede realizar mediante la utilización de agua, vapor o aire caliente. La utilización de de este método puede orientarse básicamente a la reducción de patógenos, control de insectos, ácaros, retarda el proceso de maduración, cambios fisiológicos, entre otros (Borja, 2010).

7.2.4.4 Inhibidores de etileno

Se refiere principalmente a los retardantes químicos de maduración de frutas y hortalizas, lo cual se da a nivel molecular, bioquímico y fisiológico. El etileno juega un papel

de gran importancia en la cadena hortifrutícola debido a que es el principal causante de que los productos adquieran una apariencia y estado óptimo para su consumo, pero a su vez ocasiona la degradación de los mismos (Balaguera et al., 2014).

7.2.4.5 Desinfección

La desinfección de productos hortofrutícolas puede darse por diferentes métodos de aplicación entre los principales tenemos: la ozonización, luz pulsada, irradiación UV-C, plasma frío, entre otros (Díaz & Avila, 2021).

7.2.4.6 Atmósferas controladas y modificadas

Para la preservación de alimentos generalmente se utilizan químicos o métodos que ocasionan perjuicios a la salud de los consumidores, por este motivo se evidencia la importancia del empaque de alimentos con la aplicación de atmósferas controladas, esto se realiza con bajos niveles de O₂ y elevados niveles de CO₂ la eficiencia de este método se refleja en la concentración de O₂ y temperatura. Para la aplicación de atmósferas controladas en fresas se debe tener en consideración los rangos de temperatura 0-5 % de oxígeno 10 y % CO₂ 15-20 (De la Vega et al., 2017).

Generalmente con este método de conservación se pretende eliminar o añadir gases en un empaque almacenando los productos alimenticios en materiales con barrera a la difusión de gases, siendo modificado el ambiente gaseoso del interior, con la finalidad de reducir la respiración, retardar el deterioro enzimático y microbiano del alimento (Ospina et al., 2008).

7.2.4.7 Envasados y recubrimientos

El material de envase de las frutas básicamente depende de sus características fisiológicas. Dadas las estrictas exigencias del mercado es de gran importancia caracterizar los materiales adecuado para el envasado de cada producto en particular, de este modo se logra evitar daños que ocasionan pérdidas poscosecha, es importante también tomar en cuenta los precios que estos representan y su aceptabilidad por parte de los consumidores (Emilia, 2002).

Los recubrimientos por su parte se muestran una matriz comestible y delgada que se encuentra recubriendo a los alimentos generalmente se las aplica por inmersión de los mismos, su objetivo es conservar las características sensoriales y nutritivas del alimento (Fernández et al. 2015).

7.3 Películas y recubrimientos comestibles

7.3.1 Historia

Desde tiempos muy remotos que datan de los siglos XII y XIII existen reportes de la utilización de los recubrimientos alimenticios. Se conoce que en China utilizaban esta práctica con la finalidad de prevenir que sus alimentos sufran daños propios de la fisiología misma de cada producto, esto se lograba con la inmersión en cera. Desde ese entonces las películas y recubrimientos comestibles han evolucionado y alcanzado en la actualidad gran aceptabilidad por parte de los consumidores, sin embargo falta mucho por conocer, lo cual representa un desafío para la aplicación de nuevas tecnologías en conservación de alimentos, generando un método confiable y seguro que garantice la salud alimentaria (Del Valle, 2012).

7.3.2 Descripción de recubrimientos comestibles

Los recubrimientos comestibles (RC) utilizados como conservantes alimenticios se forman directamente en la superficie del producto que se desee tratar, teniendo así una o dos capas comestibles recubriendo el alimento (Valencia et al., 2016).

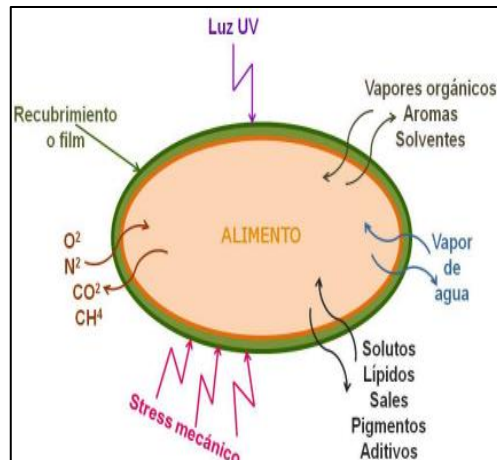
Los recubrimientos comestibles se aplican a los alimentos en forma líquida, gracias a sus componentes se forma una capa delgada que cubre al alimento de daños que ocasionan su degradación. Las aplicaciones más comunes se realizan por medio de pulverización o inmersión del alimento en la solución líquida (De Ancos et al. 2015).

7.3.3 Descripción de películas comestibles

Se describe a una película comestible (PC) como una matriz preformada que presenta diferentes características de acción protectora para evitar la pronta degradación de alimentos, se la utiliza colocándola sobre el alimento o entre los componentes del mismo generando una capa continua (Quintero et al., 2010).

7.3.4 Propiedades de las películas y recubrimientos comestibles.

La conservación de frutas y hortalizas representa un gran reto en la industria alimentaria, una de las opciones más saludables es la aplicación de PC y RC mismos que actúan como una barrera física a los gases que modifican las características de los productos, y modifican la atmósfera del producto contenido en su interior, de este modo ayudan a prolongar el tiempo de conservación poscosecha del alimento (Fernández et al. 2015).

Figura 2*Acción de los Recubrimientos y Películas Comestibles**Fuente:* (Parzanese, 2015)

El alimento contenido dentro de la película o recubrimiento comestible presenta protección hacia los ataques exteriores y conserva en el interior las características propias del producto por un tiempo más prolongado, evitando su rápida senescencia. (Parzanese, 2015).

Las películas y recubrimientos comestibles en general deben presentar ciertas características: ser libre de agentes tóxicos que dañen o perjudiquen la salud, su acción sobre el producto debe ser física, química y mecánica, debe actuar como una barrera ante los ataques microbianos (Fernández et al., 2015).

La utilización de los RC y PC es considerado como una de las tecnologías de conservación de alimentos más saludables y respetuosa para el medio ambiente, considerándose que por sus características ayuda significativamente a la reducción de envases elaborados con films plásticos, además son biopolímeros naturales y biodegradables, es decir, que básicamente pueden ser obtenidos de recursos naturales o a su vez, a partir de los subproductos de las industrias agroalimentarias” (Ancos et al., 2015).

7.3.5 Técnicas más comunes para la obtención de PC y RC

Las técnicas comúnmente utilizadas para la elaboración de películas y recubrimientos comestibles actualmente son: por eliminación del disolvente, por gelación térmica, por solidificación, por casting, por inmersión, por pulverización, entre otras, sin embargo, el método más utilizado para obtención de películas comestibles es por el método de “casting” (Solano et al., 2018).

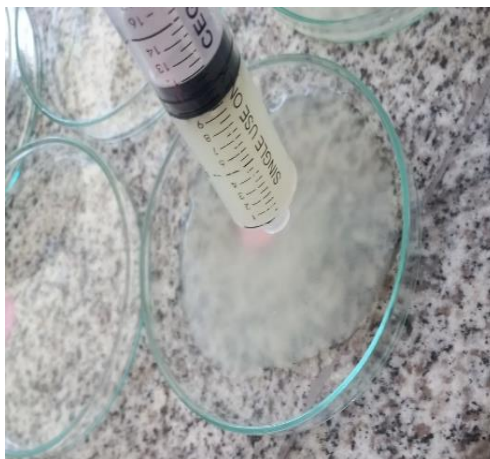
7.3.5.1 Método de casting

El método de casting o también conocido como método de vaciado en placa básicamente consiste en un proceso mediante el cual una muestra líquida es vertida sobre un molde y posteriormente sometido al ambiente adecuado para que se pueda dar su reacción, con la finalidad de obtener un producto sólido y rígido que reproduzca la cavidad del molde (Alemán et al., 2017).

Se utiliza para la elaboración de películas a pequeña escala, se basa principalmente el secado del solvente mediante la utilización de estufas de convección con la finalidad de desprenderlas fácilmente de su molde, cabe destacar que el proceso de secado se aplicará hasta obtener un peso constante (Orozco, 2017).

Figura 3

Método de Vaciado en Placa “Casting” para Formulación de Película Comestible



Fuente: (Punina N.& Ulcuango R.)

Se agrega la formulación directamente al molde (cajas petri) a 1.5 ml por cm de diámetro.

7.3.6 Estructura de películas y recubrimientos comestibles.

Las PC y RC básicamente se estructuran en base a proteínas, lípidos o carbohidratos o a su vez se fusionan, dicha aplicación permite mejorar las características del producto final, a su vez se pueden incluir plastificantes, emulsificantes y antimicrobianos (León et al., 2018).

7.4 El nopal

La planta de nopal (*Opuntia ficus-indica*) presentan un sistema radicular superficial, aunque densamente ramificado, sus arbustos tienden a alcanzar una longitud de 3 a 5 metros, se los puede encontrar como plantas rastreras o erectas (Osorio & Yáñez, 2018).

La hoja del nopal representa una gran fuente de recursos agroalimentarios, con la aplicación tecnológica adecuada se puede lograr la obtención de una base para productos derivados, obteniendo alimentos de consumo masivo ya sea para el ser humano o animales. Por sus características es idónea para desarrollar y reproducirse en zonas áridas y semiáridas, soportando en gran medida los frecuentes cambios climáticos (Torres et al., 2016).

7.4.1 Composición química

El nopal fresco presenta un gran contenido de agua en su composición teniendo un valor promedio de 90 y 92 %. Una de las características más importantes del producto es su riqueza en mucílagos, vitaminas celulosa y pectina, componentes que pueden ser extraídos con gran facilidad para usos industriales, además presenta un contenido considerable de calcio, potasio, magnesio, sodio, sílice, y pequeñas cantidades de aluminio y manganeso (Sanchez, 2011).

7.4.2 Composición nutricional

Tabla 5

Composición Nutricional de la hoja de nopal

Componente	Contenido en 100 g
Calorías	40
Grasa (g)	0,5
Colesterol (ml)	0
Fibra dietética (g)	3,6
Lípidos (g)	1-4
Carbohidratos (g)	9,6
Proteína (g)	0,7

Fuente: (Sanchez, 2011)

La valoración nutricional se ve expresada en 100g de hoja de nopal fresco. (Sanchez, 2011).

7.4.3 Recolección de hojas

Generalmente la recolección se la realiza cuando las hojas alcanzan una edad adecuada y presentan una longitud de 20 a 25 cm, es necesario realizar labores de mantenimiento de la planta por lo que se procede a la poda del arbusto obteniendo hojas que pueden ser destinadas al uso agroalimentario (Sáenz, 2006).

7.4.4 Mucílago de nopal

El nopal presenta en su composición un alto contenido de mucílago, la cual se caracteriza como una sustancia hidrocoloidal “entre su composición se encuentran, en mayor parte, unidades de azúcar de D-galactosa, L-arabinosa, D-xilosa y L-ramnosa, así como ácido galacturónico” (González, 2011, p.132).

Las características físicas y químicas de la sustancia siguen siendo un misterio por resolver, esto se debe a diferentes razones, entre ellas se encuentra la edad, época, variedad, clima y condiciones de la planta al momento de la cosecha. Además de los diversos métodos de extracción del mucílago, esto limita en gran medida y causa variaciones en las características del producto (Vargas et al, 2016).

Principalmente los mucílagos se los puede extraer de la piel, cladodios del arbusto, e incluso de la fruta, aunque su concentración varía en gran medida, estos mucílagos están compuestos de una estructura de polisacáridos muy ramificados, lo cual permite su uso en PC y RC (León, 2010).

7.4.4.1 El mucílago de nopal y su aplicación en películas y recubrimientos comestibles

El mucílago de nopal presenta la capacidad formadora de una red estructural que permite la fácil obtención de una película o recubrimiento alimenticio, esto representa una alternativa en la industria alimentaria para reducir o sustituir a los polímeros sintéticos de lenta degradación, cumpliendo con las mismas funciones en alargar el tiempo de conservación poscosecha de productos perecederos, manteniendo las características primarias del alimento, y siendo una alternativa amigable con el medio ambiente (Salinas et al., 2015).

La sustancia tiene la capacidad de formar diferentes redes moleculares, lo cual permite generar cambios en el proceso de degradación de alimentos, reteniendo grandes cantidades de agua, y retardando procesos de degradación de alimentos, conservando por mayor tiempo su textura, viscosidad, color, olor, sabor y aroma. Además, el mucílago de tuna se caracteriza por ser un buen gelificante, espesante y emulsificante (Ayquipa, 2018).

7.5 Aceites esenciales

“Los aceites esenciales son el producto final del metabolismo secundario de las plantas aromáticas. Están constituidos por terpenos con actividad y composición variada.” (Alzamora et al, 2001, p.157).

Generalmente los aceites esenciales son extraídos de cualquier parte de la planta dependiendo de la naturaleza de las mismas, siendo extractos aromáticos y volátiles, se los encuentra en estado líquido y son aprovechados como materia prima para cubrir diferentes necesidades del ser humano.

7.5.1 Aceites esenciales como antimicrobianos en alimentos

En la naturaleza existen un sin número de patógenos que ocasionan daños irreparables dentro de la industria agroalimentaria, frecuentemente los productos alimenticios están propensos a contaminaciones que causan su pronta degradación, por lo cual, el ser humano se ve obligado a hacer uso de conservantes químicos y antibióticos, que de cierta forma tienden a ser perjudiciales para la salud de los consumidores. Muchas plantas en su composición presentan compuestos antimicrobianos que pueden ser extraídos como aceites esenciales y representan una alternativa favorable como inhibidores de microorganismos patógenos y conservantes (Argote et al., 2017).

Los aceites esenciales que presentan mayor eficacia contra microorganismos son extraídos de plantas como el orégano, tomillo, romero, cilantro, cebolla y ajo. La utilidad de estos principalmente se da como agentes inhibidores de hongos y bacterias causantes de la pronta degradación de los alimentos (Rodríguez, 2011).

7.5.1.1 Aceite esencial de orégano

El aceite esencial obtenido principalmente de las hojas de orégano es un antiséptico excepcional con propiedades caloríficas secantes, aromáticas y acres o pungentes. Frecuentemente se utiliza como un antibiótico natural para el control de bacterias patógenas (Sánchez & Rázuri, 2017).

Quizá este producto sea el más poderoso antimicrobiano de origen natural por lo cual se da el uso en diferentes procesos alimenticios, en la presente investigación se lo utiliza como agente antimicrobiano para prolongar el tiempo de conservación de las fresas.

8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

8.1 Hipótesis nula

Ho. La aplicación de películas comestibles de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano en diferentes concentraciones no influye en la conservación poscosecha de la fresa.

8.2 Hipótesis alternativa

H1. La aplicación de películas comestibles de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano en diferentes concentraciones influye en la conservación poscosecha de la fresa.

9. METODOLOGÍAS / DISEÑO EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación se realizó con la finalidad de alargar el tiempo de conservación poscosecha de la fresa, mediante la utilización de una película comestible elaborada a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano, para lo cual se consideran diferentes tipos, métodos y técnicas de investigación, los cuales a continuación se describen:

9.1 Tipos de investigación

9.1.1 Investigación bibliográfica

En el presente proyecto de investigación se utilizó determinado tipo de investigación para la obtención de datos adicionales, que permiten formar un modelo de partida hacia el estudio de nuevas aplicaciones de las películas comestibles, en este caso con la finalidad de alargar el tiempo de conservación poscosecha de la fresa. Se procedió a la utilización de datos preestablecidos con estricta relación al tema tratado con la finalidad de solucionar un problema.

9.1.2 Investigación descriptiva

Permite demostrar características esenciales del producto obtenido y las ventajas que este ofrece para la conservación de la fresa.

Exhibe el conocimiento de la realidad tal como se presenta en una situación de espacio y de tiempo dado. Aquí se observa y se registra, o se pregunta y se registra. Describe el fenómeno sin introducir modificaciones (Rojas, 2015, pág.7).

9.1.3 Investigación aplicada

Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica

basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad (Vargas, 2009).

9.2 Métodos de investigación

9.2.1 Método hipotético-deductivo

Se parte de una hipótesis que permitiría alargar el tiempo de conservación poscosecha de la fresa llegando a la conclusión que con la aplicación de las películas comestibles se puede alargar el tiempo de conservación de la fresa.

9.2.2 Método experimental

La experimentación es una de las maneras más confiables para la obtención de datos que permitan generar conclusiones válidas para un determinado tema a tratar, con la finalidad de buscar soluciones a las diferentes problemáticas que aquejan la realidad del mundo. Dentro del contenido de este trabajo de investigación se utilizó este método con la finalidad de obtener datos que permitan determinar un mejor tratamiento establecido en el diseño experimental y de este modo llegar a conclusiones reales del proceso.

9.2.3 Método inductivo

Con la aplicación de este método de investigación, se pone en práctica el pensamiento y razonamiento, que permite generar conclusiones claras y específicas, que se relacionan al cumplimiento de los objetivos planteados, además, representa una forma de razonamiento científico que nos permitió prolongar los conocimientos relacionados a la mejora en conservación de alimentos.

9.2.4 Método cualitativo:

Este método permitió la verificación de datos cualitativos en el proceso investigativo tratando de describir sistemáticamente los fenómenos y variables ocurridas en el transcurso de la investigación, con la finalidad de perfeccionar, describir, validar y comparar lo ocurrido en distintos contextos, mostrando de manera clara las características de las diferentes variables de estudio en cada día de investigación, de este modo pudimos plasmar en este documento nuestras experiencias y pensamientos con respecto al tema planteado.

9.3 Técnicas de investigación

9.3.1 La observación

La observación es una de las técnicas más importantes para la obtención y verificación de resultados, permite generar conocimientos claros y evidentes para llegar a conclusiones más claras del tema estudiado.

9.4 Instrumento de la investigación

9.4.1 Ficha de observación

Las fichas de observación son un instrumento que nos permite llevar un registro de datos necesarios para el desarrollo de la investigación.

En la presente investigación se establecieron registros de datos, los cuales se pueden verificar del anexo 6 al 23.

9.5 Metodología para la elaboración de película comestible a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano para la conservación poscosecha de la fresa (*Fragaria x ananassa*)

9.5.1 Materiales e insumos

9.5.1.1 Materiales

Cajas Petri

Cuchillo

cucharas

Tamiz

Papel de cocina

Vasos de precipitación

Ollas

Fósforos

Cápsulas de evaporación

Pinzas

Pipetas

Mortero

Papel aluminio

Fundas de polietileno

Bandejas de acero inoxidable
Plancha de agitación magnética
Estufa
Bureta
Balanza digital
Agitador magnético
Refractómetro digital
Termómetro
Licuadora
Cocina industrial
Potenciómetro
Decantador
Texturómetro

9.5.1.2 Insumos

Fresas frescas
Nopal
Aceite esencial de orégano
Glicerina
Agua destilada
Alcohol etílico 96 %
Agua potable
Fenolftaleína 2%
Hidróxido de sodio 1 N
hipoclorito de sodio
Tween 20

9.5.2 Obtención de mucílago de nopal

El proceso para la obtención del mucílago de nopal se realizó en base a la metodología propuesta por Zavala. (2012) con algunas modificaciones. Las actividades se llevaron a cabo en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

9.5.2.1 Recepción del nopal

Se recolectó nopal de aproximadamente 2 años de edad en la provincia de Cotopaxi, Salcedo – Latacunga, mismos que fueron llevados al laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi para el proceso posterior.

Figura 4

Recolección de Nopal



Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.2.2 Selección

La selección se realizó con el fin de obtener un producto final de alta calidad, se llevó a cabo un proceso de verificación visual, teniendo extremo cuidado con las espinas de la materia prima.

Figura 5

Selección del Nopal



Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.2.3 Lavado y retirado de impurezas

El proceso se realizó para garantizar la obtención de un mucílago libre de impurezas, para lo cual se utiliza cuchillos y una solución de agua clorada al 0,1 %, se dejó en reposo de 15 a 20 min.

Figura 6*Lavado y Retirado de Impurezas*

Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.2.4 Pelado y troceado

Con ayuda de un cuchillo se procedió a retirar la parte superficial (cáscara) de la hoja de nopal, luego se realizó cortes al producto obteniendo cubos pequeños.

Figura 7*Pelado y Troceado*

Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.2.5 Pesaje

El proceso de pesaje se realizó en una balanza, para determinar el rendimiento del método de extracción y dosificar los demás componentes.

Figura 8*Pesaje*

Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.2.6 Triturado o licuado

Se realizó en una licuadora donde se vertieron los cubos de nopal previamente obtenidos y se adicionó agua destilada en una relación 1:2. (nopal: agua destilada)

Figura 9

Triturado o Licuado



Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.2.7 Calentamiento

La muestra previamente homogeneizada se sometió a un calentamiento de 80°C durante 60 minutos.

Figura 10

Calentamiento



Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.2.8 Filtración

Este proceso se realizó con ayuda de un tamiz el cual permite separar toda la parte sólida del mucílago obtenido.

Figura 11*Filtración*

Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.2.9 Precipitado

La parte líquida previamente obtenida se adicionó alcohol etílico a una concentración del 96% en una relación 1:4 mucílago: etanol, ya que este no es soluble al agua, se dejó reposar durante 24 horas para que el mucílago sedimente eliminando así la mayor cantidad de agua.

Figura 12*Precipitado*

Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.2.10 Centrifugación

La parte líquida obtenida del proceso anterior se adicionó en tubos de ensayo de 10 ml, posterior a ello se colocó en una centrífuga con capacidad de carga de 280 ml de muestra y se centrifugó a 3500 rpm por 15 minutos.

Figura 13*Centrifugación*

Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.2.11 Decantación

La muestra llevada a centrifugación se separó por el método de decantación eliminando la parte líquida.

Figura 14*Decantación*

Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.2.12 Deshidratación

Las muestras obtenidas fueron adicionadas en papel aluminio para evaporar el contenido de alcohol restante para esto se utilizó una estufa a 45 °C por 48h.

Figura 15*Deshidratación*

Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.2.13 Pulverizado

Para la obtención del polvo de mucílago de nopal se trituro la muestra deshidratada en morteros.

Figura 16

Pulverización



Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.2.14 Almacenamiento

Las muestras obtenidas de mucílago de nopal en polvo fueron envasadas en fundas de polietileno y almacenadas a temperatura ambiente.

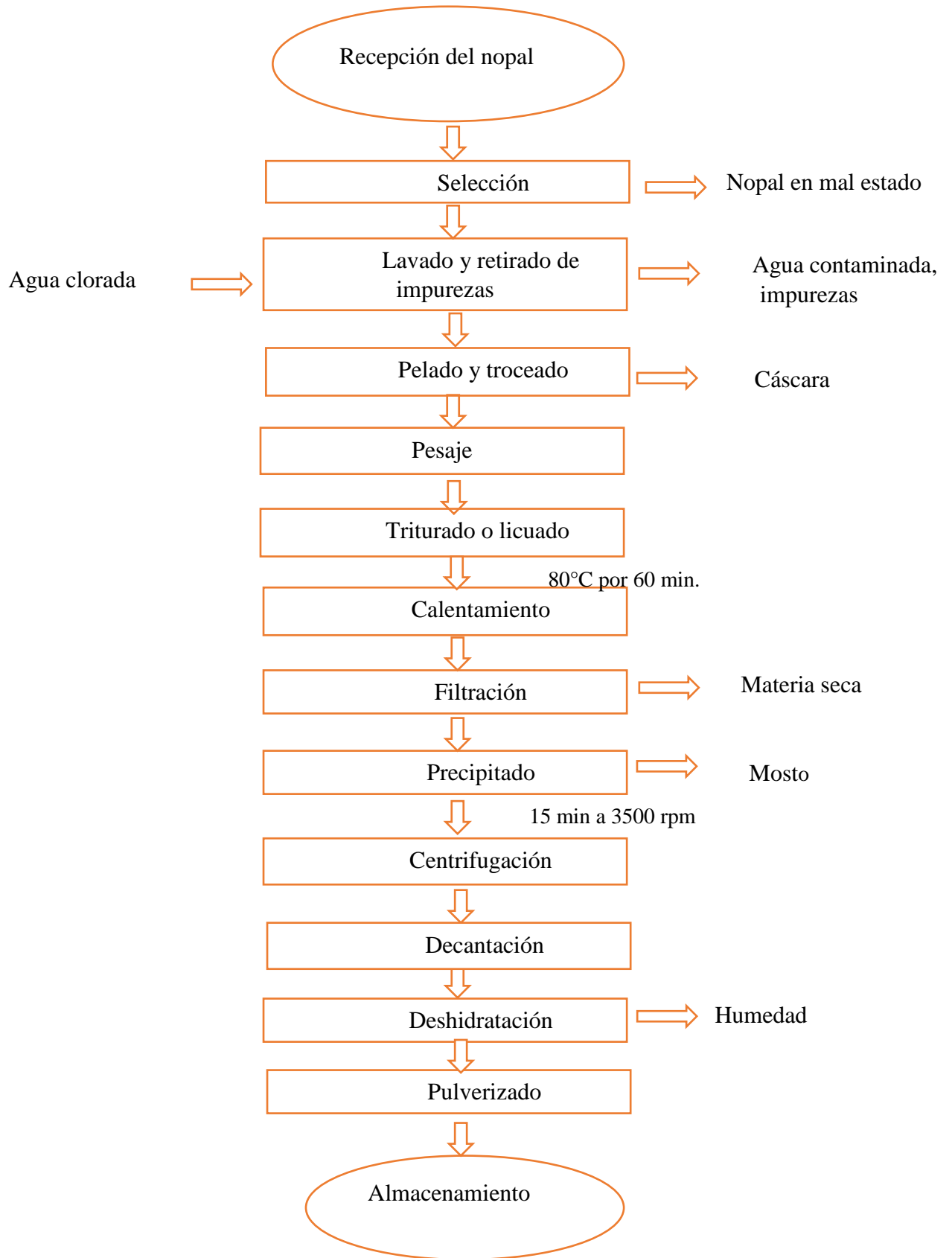
Figura 17

Almacenamiento



Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.2.15 Diagrama de flujo de la obtención del mucílago de nopal.



Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.3 Obtención de la película comestible a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano

La película comestible se obtuvo a partir de la disolución de mucílago de nopal en polvo (2%;4%), aceite esencial de orégano (0,5%;1%), glicerina (0,7%), tween (0,7%) y agua destilada (93,60%). Se utilizó el método de casting o vaciado en placa, el proceso se ejecutó en los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi siguiendo la metodología propuesta por Solano et al. (2018) con algunas modificaciones.

9.5.3.1 Recepción de materia prima

Se recolectó la materia prima necesaria para la elaboración de películas comestibles (mucílago de nopal en polvo, glicerina y aceite esencial de orégano), se formuló con el 2% y 4% de mucílago de nopal, el 0,5% y 1% de aceite esencial de orégano.

Figura 18

Recepción de Materia Prima



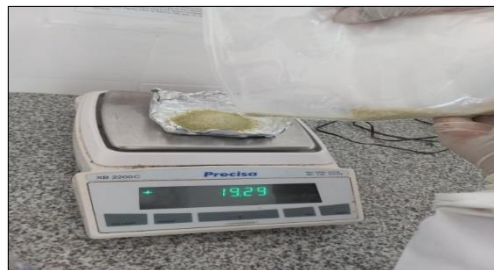
Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.3.2 Pesaje

Se procedió a pesar cada uno de los productos que se utilizaron en la elaboración de las películas comestibles de acuerdo a las dosificaciones necesarias.

Figura 19

Pesaje



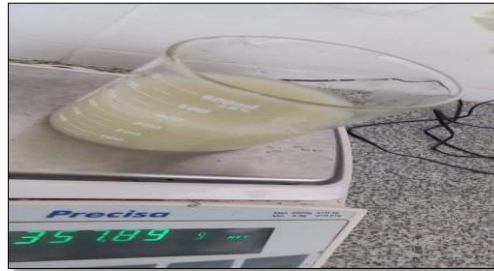
Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.3.3 Disolución

Una vez obtenidas las dosis adecuadas de los materiales necesarios se procedió a la disolución del mucílago de nopal en agua destilada.

Figura 20

Disolución



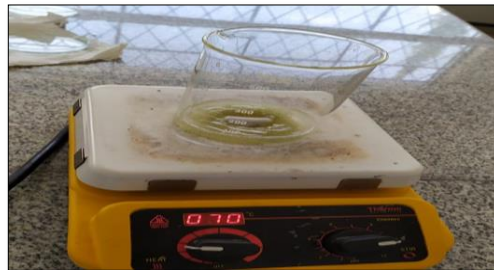
Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.3.4 Homogeneización

Se utilizó una plancha de agitación magnética a 80 °C en 1500 rpm, durante 6 horas, para garantizar que el mucílago se disuelva completamente.

Figura 21

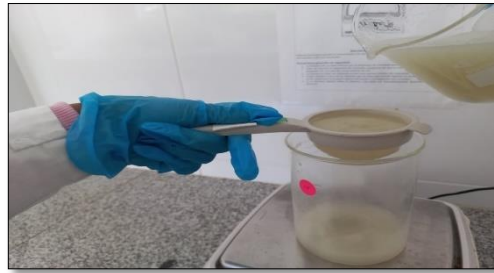
Homogeneización



Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.3.5 Filtrado

Con la mezcla homogeneizada se procedió al filtrado para retirar cualquier tipo de impurezas las cuales podrían perjudicar la calidad del producto final.

Figura 22*Filtrado*

Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.3.6 Disolución y homogeneización de aditivos

En la solución obtenida en el proceso anterior se procedió a la adición de aditivos (glicerina, tween y aceite esencial de orégano) previamente pesados, posteriormente se homogeneizó la mezcla por 10 minutos en una plancha de agitación magnética a 1500 rpm y 80 °C por 5 minutos.

Figura 23*Aditivos Glicerina, Tween y Aceite Esencial de Orégano*

Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.3.7 Adición en cajas Petri

El material líquido obtenido de la filtración se procede a incorporar en cajas Petri controlando su volumen 1,5 ml por cada centímetro de diámetro.

Figura 24*Adición en Cajas Petri*

Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.3.8 Secado

Con la mezcla anteriormente preparada se procede al secado en una estufa de convección durante 24 h a 45 °C.

Figura 25*Secado*

Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

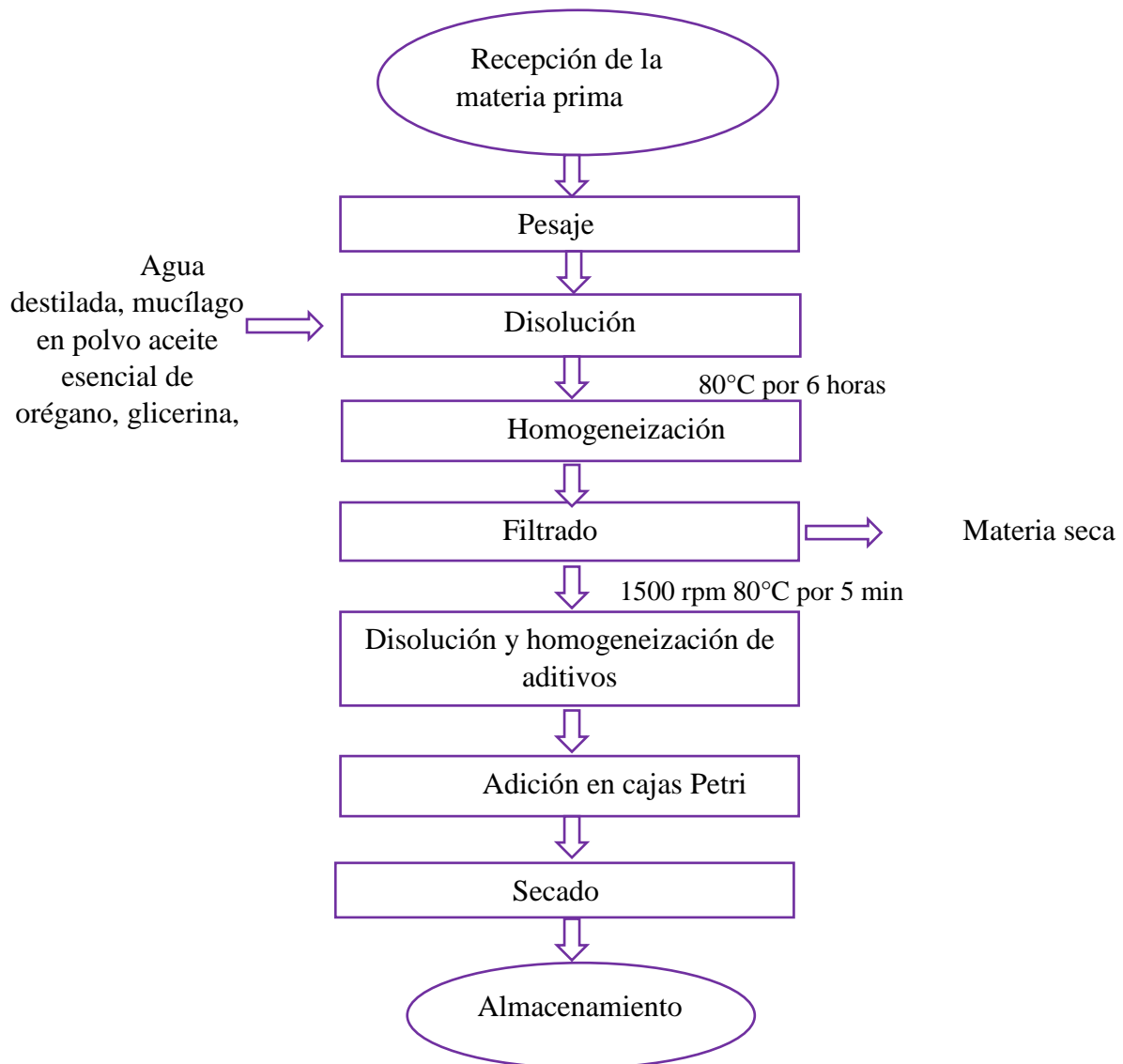
9.5.3.9 Almacenamiento

Se almacenan a una humedad relativa de 57% para su incorporación práctica.

Figura 26*Almacenamiento*

Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.3.10 Diagrama de flujo de la obtención de la película comestible



Fuente: (Punina N. & Ulcuango, R.)

9.5.4 Aplicación de películas comestibles en fresas para su conservación poscosecha.

La conservación poscosecha de la fresa se evaluó de acuerdo a los valores obtenidos en análisis fisicoquímicos tras la aplicación de la película comestible prefabricada a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano.

9.5.4.1 Recepción y selección de materia prima

Se recolectó fresas de la variedad monte rey en provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Santa Rosa, mismas que se encontraban en un estado de madurez y tamaño óptimo para su recolección. Se procedió a seleccionar las fresas en mejor estado de acuerdo a un análisis sensorial realizado por los autores.

Figura 27

Recepción de Materia Prima



Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.4.2 Retirado del cáliz de la fruta

Con la mano se procedió a retirar todo el cáliz de la fresa, procurando no lastimar o causar algún daño a la fruta.

Figura 28

Retirado del Cáliz de la Fruta



Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.4.3 Lavado

Con la fruta adecuada para el tratamiento se procedió a retirar todas sus impurezas mediante un lavado con agua potable.

Figura 29*Lavado**Fuente:* (Punina N. & Ulcuango R.)**9.5.4.4 Desinfección**

Se utilizó hipoclorito de sodio a 150 ppm dejando reposar las fresas durante aproximadamente 5 minutos.

Figura 30*Desinfección**Fuente:* (Punina N. & Ulcuango R.)**9.5.4.5 Secado**

En este proceso se dejó reposar la fresa a temperatura ambiente sobre papel absorbente, hasta que se seque completamente.

Figura 31*Secado**Fuente:* (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.4.6 Aplicación de la película

Con la película preformada ya lista, se procedió a aplicarla sobre la fresa para evitar su degradación y de este modo alargar su tiempo de conservación.

Figura 32

Aplicación de la Película



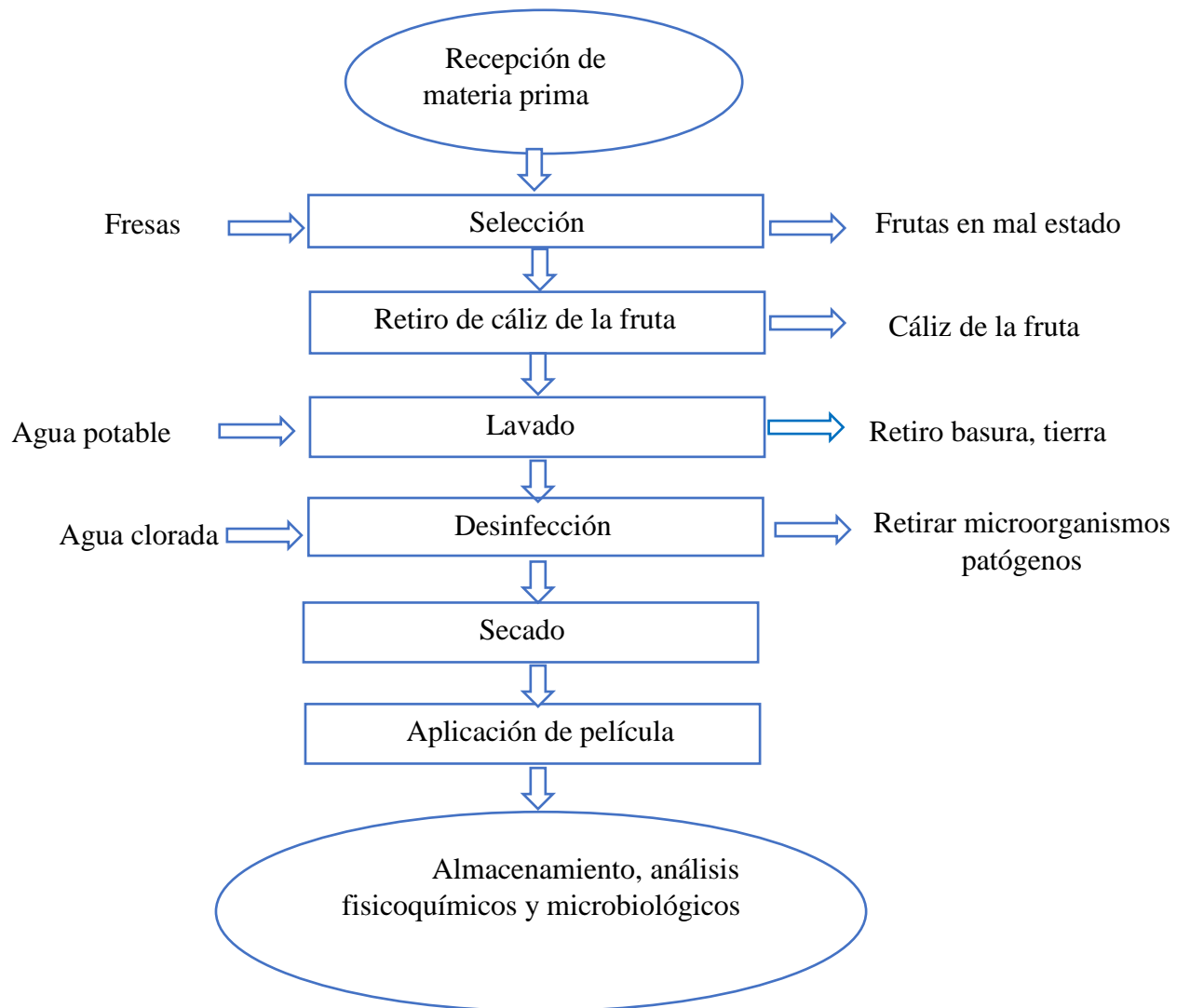
Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.5.5 Almacenamiento, análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Luego de aplicar la película comestible sobre la fresa se procedió a almacenarla a temperatura ambiente durante diez días, durante este tiempo se realizó la toma de datos teniendo en cuenta estrictas normas de sanidad, evitando la contaminación del producto. Se determinaron características fisicoquímicas entre ellas el: pH, acidez titulable, sólidos solubles, textura, porcentaje de pérdida de peso y porcentaje de humedad. Se realizó la toma de datos en los días 1, 4, 7 y 10 para cada una de las variables.

Teniendo en cuenta los resultados fisicoquímicos se determinó el mejor tratamiento, y se analizaron las características microbiológicas del mismo para su posterior comparación con el tratamiento testigo, los parámetros tomados en cuenta fueron: aerobios mesófilos totales, *Staphylococcus aureus*, coliformes totales, mohos y levaduras.

9.5.6 Diagrama de flujo de la aplicación de la película comestible en fresas



Fuente: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.6 Cuadro de Variables

Tabla 6

Cuadro de Variables

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores	Dimensiones
Características fisicoquímicas	Concentración de mucílago de nopal. a1 2% a2 4% Concentración de aceite esencial de orégano. b1 0,5% b2 1%	Pérdida de peso	%
		Potencial hidrógeno	Ph
		Sólidos solubles	°Brix
		Acidez titulable	%
		Contenido de humedad	%
		Textura	N

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.7 Diseño experimental

En la parte experimental del presente proyecto de investigación se evaluó los resultados mediante un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial (AxB+1), mismo que se lo realizó con tres repeticiones, tomando en cuenta dos factores de estudio, el factor A corresponde a las concentraciones de mucílago de nopal en dos niveles (2% y 4%) mientras que el factor B representa al aceite esencial de orégano con dos niveles de concentración (0,5% y 1%), la interacción de los dos factores nos da como resultado 4 tratamientos más uno que se refiere al testigo (T0).

9.7.1 Factores de estudio

Tabla 7

Factores de Estudio (Película Comestible a Base de Mucílago de Nopal y Aceite Esencial de Orégano).

FACTOR		NIVELES
A	Porcentaje de mucílago de nopal	a1 2%
		a2 4%
B	Aceite esencial de orégano	b1 0.5%
		b2 1%

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.7.2 Tratamientos en estudio

Tabla 8

Tratamientos en Estudio

Tratamiento	Código	Descripción
T0	C	Testigo sin película comestible
T1	a1b1	Mucílago de nopal 2% Aceite esencial de orégano 0,5%
T2	a1b2	Mucílago de nopal 2% Aceite esencial de orégano 1%
T3	a2b1	Mucílago de nopal 4% Aceite esencial de orégano 0,5%
T4	a2b2	Mucílago de nopal 4% Aceite esencial de orégano 1%

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

9.8 Determinación de análisis físicoquímicos.

9.8.1 Porcentaje de pérdida de peso.

Al inicio de la práctica se seleccionó dos fresas de cada tratamiento y diariamente se verificó el peso con ayuda de una balanza digital de precisión. El porcentaje de pérdida de peso (%Pp) en las fresas seleccionadas se determinó con la aplicación de la siguiente fórmula:

Ecuación 1

Pérdida de Peso (%)

$$\%Pp = \frac{Wi - Wf}{Wi} 100$$

Donde:

% Pp= Porcentaje de pérdida de peso

Wi= Peso inicial (g)

Wf= Peso final (g)

9.8.2 Potencial Hidrógeno (pH).

La medición del pH de la fruta en tratamiento se realizó los días 1,4,7 y 10 utilizando un potenciómetro portátil. El proceso se realizó de acuerdo a lo expuesto en la norma INEN 389 (1986).

9.8.3 Sólidos solubles (°Brix)

La determinación de sólidos solubles se realizó los días 1,4,7 y 10 utilizando un refractómetro digital. El proceso se ejecutó triturando el producto y dejando caer una gota del zumo en el dispositivo de medición.

9.8.4 Porcentaje de acidez titulable.

Para determinación del porcentaje de acidez se tomó muestras durante los días 1,4,7 y 10 usando el método expuesto por, (Jima, 2015) se tomó 10 gramos de fresa y 90 ml de agua destilada, la muestra fue licuada, se separó 10 ml de la pulpa obtenida y se colocó 3 gotas de fenolftaleína para titular con hidróxido de sodio a 0,1 N. El ácido predominante en la fresa es el ácido cítrico por lo que se valoró en función a eso usando la siguiente fórmula:

Ecuación 2

Acidez Titulable (%)

$$\%Ácido cítrico = \frac{V1 * N * K}{V2} 100$$

Donde:

V1= Volumen de hidróxido de sodio consumido (ml)

N= Normalidad del NaOH (0,1 N)

K= Peso equivalente del ácido Cítrico (0,064 meq/ml)

V2= Peso de la muestra (g)

9.8.5 Porcentaje de pérdida de humedad

Se realizó la práctica en los días 1, 4, 7 y 10 siguiendo el método expuesto por, (Laica, 2020) se procedió a tomar 7g de fresa en cada tratamiento con dos repeticiones y se colocaron en cápsulas previamente pesadas, se secó en una estufa a 80°C durante 24 horas hasta obtener un peso constante, se enfrió en un desecador y posteriormente, se pesaron las cápsulas con el producto dentro, se determinó el % de pérdida de humedad con la aplicación de la siguiente fórmula:

Ecuación 3

Contenido de Humedad (%)

$$\% \text{ humedad} = \frac{P1 - P2}{P} 100$$

Donde:

P1= Peso de la cápsula más la muestra (g)

P2= Peso de la cápsula y la muestra después del calentamiento (g)

P= Peso de la muestra (g)

9.8.6 Textura

Para determinación de textura se tomó muestras los días 1, 4, 7 y 10 y se utilizó el método expuesto en la norma INEN 1909 (2015)

9.8.7 Determinación de análisis microbiológicos

Se tomó muestras en el tratamiento testigo y mejor tratamiento determinado mediante análisis físicos y químicos para evaluar las diferencias y beneficios que se obtienen con la aplicación de la película comestible los análisis realizados fueron: recuento de aerobios mesófilos, *Staphylococcus aureus*, coliformes totales, mohos y levaduras.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1 Análisis de características fisicoquímicas.

Tabla 9

Análisis de Varianza del Porcentaje de Pérdida de Peso.

F.V.	Gl	Día1	Día4	Día 7	Día 10
Total	14	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Tratamientos	4	0,0006*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
Repetición	2	0,7859ns	0,2358ns	0,2480ns	0,1026ns
Factor A	1	0,1636ns	0,0009*	0,0000*	0,0000*
Factor B	1	0,4651ns	0,1614ns	0,1247ns	0,1004ns
Factor A*Factor B	1	0,0022*	0,0035*	0,0002*	0,0000*
Testigo vs resto	1	0,0002*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
Error	8				
CV (%)		0,97	0,49	0,24	0,16

A: Porcentaje de mucílago de nopal; **B:** Porcentaje de aceite esencial de orégano

*: significativo; ns: no significativo

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

De acuerdo a los datos expresados en la tabla 9 de análisis de varianza del porcentaje de pérdida de peso, se puede apreciar que en el factor de estudio de los tratamientos del día 1 al 10 presentan datos menor a 0,05, en el p-valor, lo cual muestra que existe una diferencia significativa entre los tratamientos, demostrando que la película comestible a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano influye en la conservación de la variable de estudio, porcentaje de pérdida de peso, por lo tanto se debe realizar la prueba de rango múltiple Tukey para cada uno de los días, misma que se muestra en la tabla 10.

En el caso del factor de estudio repeticiones, todos los datos expresados en el p-valor son mayores a 0,05 lo cual quiere decir que la diferencia entre estas, no es significativa, por lo tanto las repeticiones de los tratamientos no influyen en la conservación de la variable de estudio.

Mientras que al analizar el factor de estudio A (porcentaje de mucílago de nopal) se puede apreciar que en el primer día el p-valor es mayor a 0,05 por lo tanto en este día el mucílago de nopal no interfiere en el proceso de conservación de la fresa, sin embargo del día 4 al 10 existe una diferencia significativa que permite afirmar que los porcentajes del factor de estudio A, están interfiriendo para que la fresa disminuya considerablemente la pérdida de peso, por ende en este caso se procede a la realización de la prueba de rango múltiple Tukey expresada en la tabla 11.

Para el factor de estudio B (porcentaje de aceite esencial de orégano), no se observa ninguna diferencia significativa en los días de estudio, pues el p-valor es mayor a 0,05 por lo tanto la concentración de mucílago de nopal en la película comestible no interfiere en el proceso de evitar que la fresa pierda mayor porcentaje de peso.

Al analizar el factor de estudio A*B, se determina que en todos los días de estudio los datos expuestos en el p-valor son menores a 0,05 y se afirma que existe una diferencia significativa en la interacción de los dos factores, demostrando que la combinación entre los diferentes porcentajes de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano permiten prolongar la conservación del porcentaje de pérdida de peso, por lo tanto, se realizó la prueba de rango múltiple Tukey que se encuentra en la tabla 12.

En el factor de estudio testigo vs resto, se evidencia que existe una diferencia significativa desde el primer día, puesto que el dato expresado en el p-valor es inferior a 0,05 demostrando que el tratamiento denominado testigo (T0) presenta diferencias en cuanto a los demás tratamientos por lo tanto se debe realizar la prueba de rango múltiple Tukey.

Para cada uno de los días de tratamiento el porcentaje del coeficiente de variación es menor a 10, por lo tanto, los datos tomados por los investigadores, presentan un porcentaje de confiabilidad mayor al 90% lo cual quiere decir que de cada 100 repeticiones un porcentaje mínimo, presentará diferencias con relación a los demás.

Por lo antes mencionado se considera que las películas comestibles elaboradas a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano influyen significativamente en la conservación poscosecha de la fresa, permitiendo conservar por mayor tiempo un porcentaje de peso idóneo que permita la aceptabilidad de la fresa por parte de los consumidores, según Laica. (2020) señala que la pérdida de peso de frutas se debe a procesos naturales como la transpiración, los recubrimientos comestibles controlan que la pérdida de peso no sea acelerada.

De acuerdo con Borja. (2010) la mayoría de frutos presentan pérdidas de agua por transpiración lo cual genera evidente pérdida de peso, rangos de 3 y 5 % de pérdida de peso inicial son suficientes para el fruto cambie su apariencia llegando a tener un aspecto arrugado el cual daña su apariencia y dificulta su conservación.

10.1.1 Pruebas de Tukey para la variable porcentaje de pérdida de peso

Tabla 10

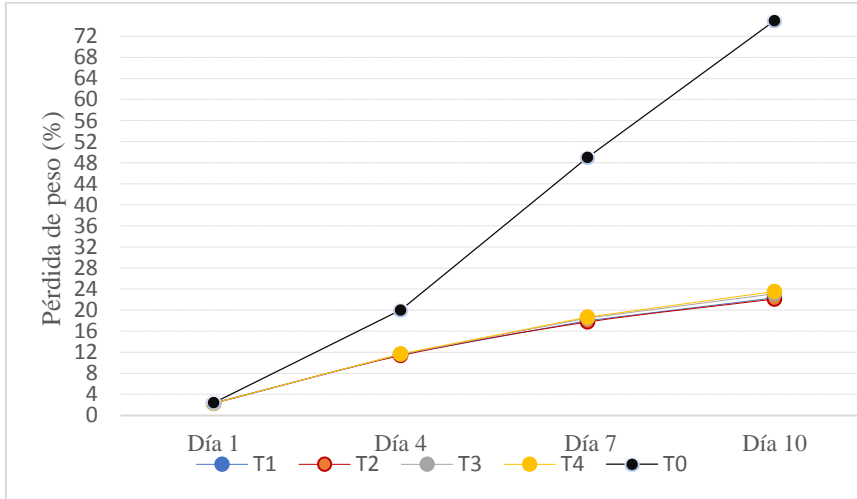
Pruebas de Rango Múltiple Tukey Para los Tratamientos

	Día 1			Día 4			Día 7			Día 10		
T	M	G.H.	T	M	G.H.	T	M	G.H.	T	M	G.H.	
T3	2,28	A	T2	11,37	A	T2	17,74	A	T2	22,1	A	
T2	2,29	A	T1	11,58	B	T1	18,02	B	T1	22,34	B	
T4	2,34	AB	T3	11,62	B	T3	18,49	C	T3	23,14	C	
T1	2,37	BC	T4	11,71	B	T4	18,66	D	T4	23,51	D	
T0	2,41	C	T0	20,02	C	T0	49,03	E	T0	75	E	
E.E	0,01		E.E	0,04		E.E	0,04		E. E	0,04		

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 10 de pruebas de rango múltiple Tukey para los tratamientos, se muestra que en el día 1 de estudio, el T3 y T2 se encuentran dentro de los rangos de significancia A con una media de 2,28 y 2,29 respectivamente, por último se encuentra el T0, en el rango de significancia C y con una media de 2,41, lo cual nos indica que desde el primer día de experimentación la película comestible influye en evitar que la fresa pierda el porcentaje de peso, permitiendo mantener las características propias de la fruta por mayor tiempo. En el día 4 los tratamientos denominados T2 y T1 se encuentran en el rango de significancia A y B, respectivamente, mostrando la influencia de la película comestible y evidenciando una diferencia significativa entre los tratamientos en los diferentes días de estudio, para los días 7 y 10 se puede apreciar que el mejor tratamiento es el T2 llegando a una media de 22,1; sin embargo el tratamiento testigo en todos los días de experimentación muestra valores muy por debajo de los demás tratamientos siendo el que mayor porcentaje de peso pierde en el último día, llegando a una media de 75, perdiendo más de los tres cuartos de su peso inicial, los datos de las medias se puede observar en la figura. 33

Todos los tratamientos presentan pérdida de peso, produciendo la degradación de la fresa sin embargo los tratamientos donde intervienen la película comestible presentan una disminución significativa en el porcentaje de pérdida de peso, cabe destacar que el T2 es el mejor tratamiento para conservar la variable de estudio, se puede observar datos similares en la investigación realizada por Quilo (2010) donde la fresa sin recubrimiento alcanza valores similares en su media en el día 10.

Figura 33*Porcentaje de pérdida de Peso**Elaborado por:* (Punina N. & Ulcuango R.)**Tabla 11***Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A.*

Día4			Día 7			Día 10		
Factor A	Medias	G.H.	Factor A	Medias	G.H.	Factor A	Medias	G.H.
1	11,48	A	1	17,88	A	1	22,22	A
2	11,66	B	2	18,57	B	2	23,33	B
E.E	0,03		E.E	0,02		E.E	0,02	

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 11 se muestra la prueba de rango múltiple Tukey para el factor de estudio A (porcentaje de mucílago de nopal), donde se evidencia en el día 4 que el primer nivel de concentración (1%) se encuentra en el primer rango de significancia, en el día 7 y 10 ocurre lo mismo, por lo tanto, la concentración de mucílago de nopal representa un factor muy importante para lograr controlar el porcentaje de pérdida de peso. De esta manera el factor de estudio A influye significativamente para controlar el porcentaje de pérdida de peso de la fresa, el nivel de concentración de 2% presenta mayor efectividad, pues de acuerdo a datos mostrados en la tabla 10 el T2 es el mejor tratamiento y este presenta en su composición el 1% de mucílago de nopal.

Tabla 12

*Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A*B.*

Día 1				Día 4				Día 7				Día 10			
F.A	F.B	M	G.H.	F.A	F.B	M	G.H.	F.A	F.B	M	G.H.	F.A	F.B	M	G.H.
2	1	2,28	A	1	2	11,37	A	1	2	17,74	A	1	2	22,1	A
1	2	2,29	A	1	1	11,58	B	1	1	18,02	B	1	1	22,34	B
2	2	2,34	AB	2	1	11,62	B	2	1	18,49	C	2	1	23,14	C
1	1	2,37	B	2	2	11,71	B	2	2	18,66	D	2	2	23,51	D
E.E		0,01		E.E		0,03		E.E		0,04		E.E		0,03	

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Los datos expresados en la tabla 12 muestran las pruebas de rango múltiple Tukey para la interacción de los factores de estudio A*B, se puede evidenciar que en el primer día de investigación la interacción con mejores resultados es la del T3 (Mucílago de nopal 4% Aceite esencial de orégano 0,5%), sin embargo en el día 4, 7 y 10 la interacción con mayor significancia y que se encuentra en el primer rango de significancia A es la del T2 (Mucílago de nopal 2% Aceite esencial de orégano 1%) con una media inferior a los demás tratamientos en el último día (22,1) esto pone en evidencia que efectivamente el T2 presenta mejores resultados en relación a los demás tratamientos.

Tabla 13

Análisis de Varianza del Potencial Hidrógeno (pH)

F.V.	Gl	Día 1	Día 4	Día 7	Día 10
Total	14	p- valor	p- valor	p- valor	p- valor
Tratamientos	4	0,8553ns	0,1974ns	0,0112*	<0,0001*
Repetición	2	0,6614ns	0,6491ns	0,3418ns	0,4635ns
Factor A	1	0,7838ns	0,0805 ns	0,0607ns	0,1102ns
Factor B	1	0,4172ns	0,2838ns	0,7627ns	0,1102ns
Factor A*Factor B	1	0,7838ns	0,0805ns	0,1614ns	0,3780ns
Testigo vs resto	1	0,5432ns	0,9601ns	0,0017*	<0,0001*
Error	8				
CV (%)		0,48	1,33	1,65	1,36

A: Porcentaje de mucílago de nopal; **B:** Porcentaje de aceite esencial de orégano

*: significativo; ns: no significativo

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 13 de análisis de varianza del potencial hidrógeno de la fresa, se puede verificar que los tratamientos no presentan diferencias significativas en los días 1 y 4, sin

embargo, en los días 7 y 10, el p-valor es inferior a 0,05, lo cual quiere decir que cada uno de los tratamientos influyen significativamente en el proceso de conservación de la variable de estudio pH, por lo tanto, se debe realizar la prueba de rango múltiple Tukey, misma que se la puede apreciar en la tabla 14.

En el caso del factor de estudio repeticiones, no se observa una diferencia significativa en ninguno de los días donde se llevó a cabo la experimentación, pues el p-valor es mayor a 0,05 en todos los casos, por lo tanto, se afirma que las repeticiones de los tratamientos en estudio no interfieren en el proceso de conservación de la fresa con la aplicación de la película comestible, por ende, no es necesaria la realización de la prueba de rango múltiple Tukey.

Para los factores de estudio A (porcentaje de mucílago de nopal), B (porcentaje de aceite esencial de orégano) y las interacciones de los mismos, no existen diferencias significativas en ninguno de los casos, pues el p-valor, presenta datos menores a 0,05, por lo tanto, ninguno de los factores de estudio interfiere en la conservación del pH de la fresa, es decir cualquier barrera protectora puede evitar que la fresa en estudio disminuya demasiado su potencial hidrógeno. En un estudio similar Jima (2015) menciona que el pH es uno de los parámetros que presenta menor variación durante el proceso de conservación de la fresa.

En el factor de estudio testigo vs resto, se puede verificar que los datos expresados en el p-valor en los días 1 y 4, son menores a 0,05, por lo tanto, no son significativos, lo contrario ocurre en los días 7 y 10, es ahí donde se evidencia el actuar de las películas comestibles, que permiten la conservación por más tiempo en un rango idóneo para los consumidores de la fresa. En este caso se realizó la prueba de rango múltiple Tukey, que se encuentran en la tabla 14. Los valores obtenidos en la investigación concuerdan con la investigación realizada por Quilo. (2016) quien además menciona que la influencia de su recubrimiento comestible para conservación del pH es igual en todos sus tratamientos.

El potencial hidrógeno de la fresa se ve afectado por factores externos, o internos, propios del ambiente de conservación de la fresa, por lo tanto, con la aplicación de las películas comestibles se genera una barrera protectora que impide que agentes externos entren en contacto con el alimento y causen un deterioro en el pH del mismo.

10.1.2 Pruebas de Tukey para la variable potencial hidrógeno (pH)

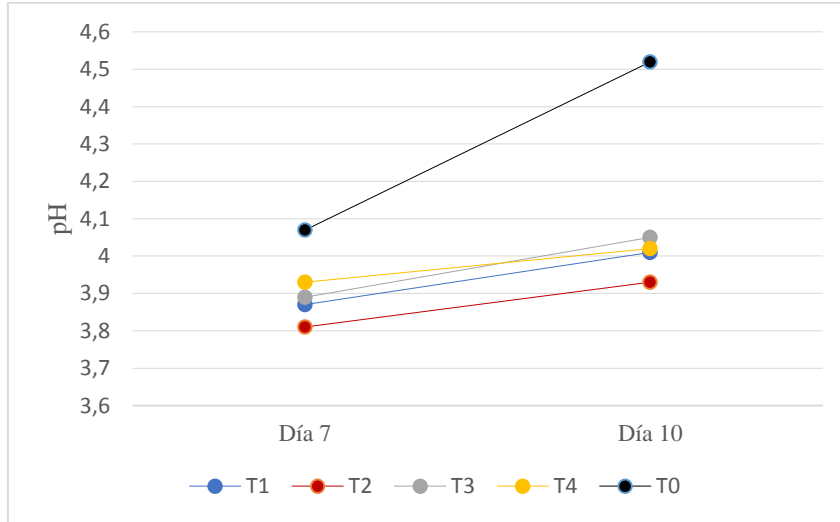
Tabla 14

Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio Tratamientos

Día 7			Día 10		
T	Medias	G.H	T	Medias	G.H
T2	3,81	A	T2	3,93	A
T1	3,87	A	T1	4,01	A
T3	3,89	AB	T4	4,02	A
T4	3,93	AB	T3	4,05	A
T0	4,07	B	T0	4,52	B
E.E	0,04		E.E	0,03	

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

La tabla 14 muestra las pruebas de rango múltiple para el factor de estudio tratamientos, en la variable pH donde se puede evidenciar que en los días 7 y 10 de la experimentación el T2 presenta mejores resultados con respecto a los demás tratamientos con una media de 3,81 y 3,93 respectivamente, en el caso del tratamiento testigo tenemos una media de 4,07 y 4,02 en los días 7 y 10 respectivamente, por lo tanto se demuestra que la película comestible influye de manera significativa para evitar que el pH varíe y cause la descomposición de la fresa, cabe destacar que todos los tratamientos permanecen en el primer rango de significancia, solo el tratamiento testigo (T0) muestra gran variación, se puede apreciar gráficamente las medias obtenidas en figura 34, según Rodríguez, et al. (2005) el pH de la fruta aumenta hasta alcanzar un grado de madurez de las mismas de este modo aporta el sabor característico de la fruta, el incremento del pH se ve relacionado con el incremento de la acidez titulable del fruto además valores inferiores a 4,2 permiten controlar la mayoría de patógenos.

Figura 34*Potencial de Hidrógeno (pH)**Elaborado por:* (Punina N. & Ulcuango R.)**Tabla 15***Análisis de Varianza de Sólidos Solubles (°Brix)*

F.V.	Gl	Día 1	Día 4	Día 7	Día 10
Total	14	p- valor	p- valor	p- valor	p- valor
Tratamientos	4	0,2599ns	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
Repetición	2	0,5037ns	0,0076*	0,3808ns	0,4972ns
Factor A	1	0,2872ns	0,0061*	0,0000*	0,0002*
Factor B	1	0,7599ns	0,0656ns	0,0002*	0,0222*
Factor A*Factor B	1	0,2054ns	0,1701ns	0,9556ns	0,2555ns
Testigo vs resto	1	0,1033ns	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
Error	8				
CV (%)		4,48	0,78	1,15	1,46

A: Porcentaje de mucílago de nopal; **B:** Porcentaje de aceite esencial de orégano

*: significativo; ns: no significativo

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 15 de análisis de varianza de sólidos solubles presentes en la fresa durante los días de investigación se puede observar que en el factor de estudio tratamientos, en el primer día el p-valor presenta datos mayores a 0,05, por lo tanto en este día los tratamientos no son significativamente diferentes, sin embargo en los datos tomados para el día 4 de la investigación el p-valor muestra valores de significancia, por lo tanto, se afirma que los tratamientos son significativamente diferentes, y es evidente la acción de la película comestible para el proceso de conservación de la variable de estudio sólidos solubles,

permitiendo mantener por mayor tiempo rangos óptimos, y aceptables para los consumidores de la fresa. En este caso es necesaria la realización de la prueba de rango múltiple Tukey que se muestra en la tabla 16.

En el factor de estudio repeticiones se puede apreciar que en ninguno de los días de experimentación el p-valor presenta datos menores a 0,05, por lo tanto, las repeticiones de los tratamientos no interfieren en el proceso de conservación de la fresa.

Para el caso del factor de estudio A (porcentaje de mucílago de nopal) se puede verificar que la acción de este influye significativamente en el proceso de conservación de la variable sólidos solubles, pues el p-valor mostrado en la tabla, desde el día 4 es menor a 0,05 dejando en evidencia que el porcentaje de mucílago de nopal genera diferencias entre los tratamientos, por lo tanto, se realizó la prueba de rango múltiple Tukey expresada en la tabla 17.

En el caso del factor de estudio B (porcentaje de aceite esencial de orégano) se puede apreciar que en el día 1 y 4 los datos expresados en el p-valor son menores a 0,05, por ende, en estos días no existe una acción significativa del factor de estudio para mantener en rangos estables los valores de sólidos solubles presentes en la fresa. Sin embargo, en los días 7 y 10 se evidencia, que el aceite esencial de orégano, ejerce una acción significativa para evitar el incremento exagerado de la variable de estudio, en este caso, se realizó la prueba de rango múltiple Tukey que se encuentra en la tabla 18, con la finalidad de verificar los datos.

Al realizar el estudio de las interacciones entre el factor A y B, se verifica que en ninguno de los días de experimentación el p-valor presenta datos menores a 0,05, por lo tanto, se afirma que no existe significancia para este factor de estudio, pues la mezcla de los factores en diferentes porcentajes, no interfieren en el proceso de conservación de la fresa, su acción se da por separado, pues cada uno de ellos ofrece diferente actividad que permite que la fresa se mantenga en rangos óptimos de sólidos solubles por mayor tiempo.

Al evaluar el factor de estudio testigo vs resto, se observa que existe una diferencia significativa en los días 4,7 y 10, pues la acción de la película comestible es evidente, al verificar la prueba de Tukey expresada en la tabla 16.

De acuerdo a los datos mostrados en la tabla de análisis de varianza del contenido de sólidos solubles en la fresa, podemos apreciar que el porcentaje del coeficiente de variación es

inferior al 10% en todos los días de tratamiento, por lo tanto, los datos obtenidos en la experimentación son confiables.

En un estudio similar Chicaiza. (2015) menciona que la cantidad de sólidos solubles aumenta en el proceso de maduración del fruto.

Las películas comestibles formulados a base de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano, presentan un método de conservación idóneo para mantener un contenido óptimo de sólidos solubles en las fresas, evitando de este modo su pronta degradación, según Quilo (2016) Los recubrimientos o películas comestibles en alimentos actúan evitando la respiración del fruto, además de prevenir la oxidación de azúcares y otros componentes, por lo tanto, las frutas que se encuentran sin un recubrimiento en el proceso de conservación, maduran más rápido y por ende se produce la generación de azúcares.

10.1.3 Pruebas de Tukey para la variable sólidos solubles (°Brix)

Tabla 16

Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio Tratamientos

	Día 4		Día 7			Día 10		
T	Medias	G.H.	T	Medias	G.H.	T	Medias	G.H.
T2	8,2	A	T2	8,42	A	T2	9,49	A
T1	8,35	AB	T1	8,8	B	T1	9,83	AB
T4	8,41	B	T4	8,99	B	T4	10,13	BC
T3	8,42	B	T3	9,36	C	T3	10,25	C
T0	9,19	C	T0	9,95	D	T0	13,84	D
E.E	0,06		E.E	0,06		E.E	0,09	

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

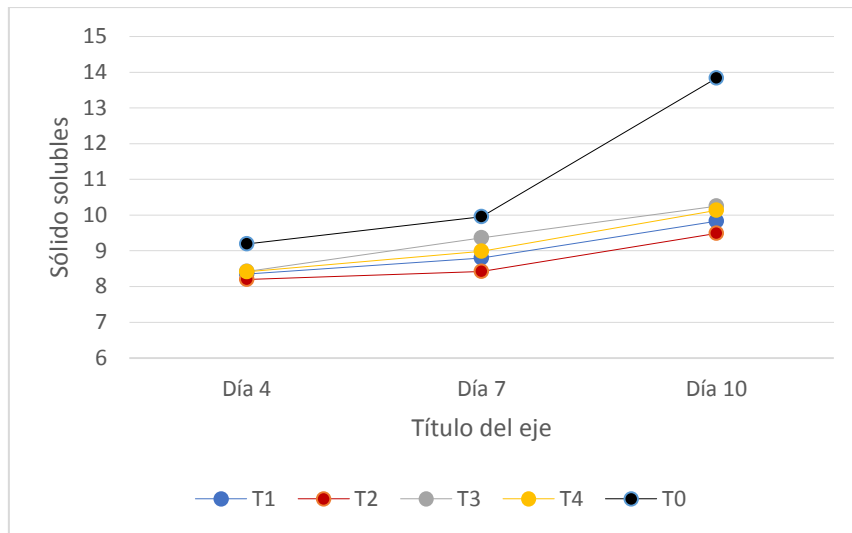
En la tabla 16 de la prueba de rango múltiple Tukey para el factor de estudio tratamientos se puede observar que, en el día 4, 7 y 10 el tratamiento con la media más alta es el T2 (Mucílago de nopal 2% Aceite esencial de orégano 1%) mismo que se encuentra en el primer rango de significancia, siendo el mejor tratamiento, se puede apreciar gráficamente las medias obtenidas en figura 35. La conservación permite que las características de sólidos solubles de la fresa estén en rangos óptimos, según Falconí. (2018) los ° Brix o sólidos solubles contenidos en la fresa se ve representada por la cantidad de sacarosa diluida en un líquido, está sacarosa para la fresa debe tener una cantidad mínima de 7 máxima de 13 ° Brix

cabe destacar que este valor varía de acuerdo a diferentes factores como la variedad y condiciones de almacenamiento.

Al comparar los datos de la tabla 16 en relación a las medias del último día de experimentación se puede verificar que todos los tratamientos se encuentran dentro de los rangos óptimos establecidos por Falconí. (2018). Sin embargo, el tratamiento testigo (T0) sobrepasa el contenido adecuado de sólidos solubles, demostrando así que la película comestible ejerce acción para evitar la maduración de la fresa, permitiendo mantener un apropiado porcentaje de sólidos solubles en su composición.

Figura 35

Sólidos solubles (°Brix)



Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Tabla 17

Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A.

Día 4			Día 7			Día 10		
Factor A	Medias	G.H.	Factor A	Medias	G.H.	Factor A	Medias	G.H.
1	8,27	A	1	8,61	A	1	9,66	A
2	8,42	B	2	9,17	B	2	10,19	B
E.E	0,04		E.E	0,05		E.E	0,05	

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

La prueba de rango múltiple Tukey de la tabla 17 en el factor de estudio A, muestra que en el día 4, 7 y 10 el nivel de concentración que más influye en la conservación de sólidos solubles es el nivel 1 (2% de mucílago de nopal), con una media de 8,27, 8,61 y 9,66 respectivamente mostrando una diferencia significativa con la acción que ejerce el nivel 2 (4% de mucílago de nopal).

Tabla 18

Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio B

Día 7			Día 10		
Factor B	Medias	G.H.	Factor B	Medias	G.H.
2	8,71	A	2	9,81	A
1	9,08	B	1	10,04	B
E.E	0,05		E.E	0,05	

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

De acuerdo con la tabla 18 la prueba de rango múltiple Tukey para el factor de estudio B, muestra que en día 7 y 10 existen diferencias significativas con respecto a la acción que ejerce la concentración del aceite esencial de orégano, el nivel de concentración 2 (1% de aceite esencial de orégano) presenta mejores resultados en la película comestible al encontrarse en el primer rango de significancia A, por ende, el factor B influye significativamente en la conservación de rangos óptimos de sólidos solubles.

Tabla 19

Análisis de Varianza del Porcentaje de Acidez Titulable

F.V.	Gl	Día 1	Día 4	Día 7	Día 10
Total	14	p- valor	p- valor	p- valor	p- valor
Tratamientos	4	0,9168ns	0,0033*	<0,0001*	<0,0001*
Repetición	2	0,6225ns	0,1249ns	0,7202ns	0,0011*
Factor A	1	0,7258ns	0,0462*	0,0002*	0,0000*
Factor B	1	1,0000ns	0,5367ns	0,0598*	0,0005*
Factor A*Factor B	1	0,4914ns	0,0462*	0,1835ns	0,0005*
Testigo vs resto	1	0,6385ns	0,0007*	<0,0001*	<0,0001*
Error	8				
CV (%)		1,80	1,62	2,23	1,07

A: Porcentaje de mucílago de nopal; **B:** Porcentaje de aceite esencial de orégano

*: significativo; ns: no significativo

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 19 mostrada para el análisis de varianza de la variable de estudio porcentaje de acidez titulable, se puede verificar que en el factor de estudio tratamientos, en el primer día de investigación no existe una diferencia significativa entre los mismos, sin embargo en los días 4, 7 y 10, el p-valor expresa datos menores a 0,05, por ende, se afirma que en cada uno de estos días existe diferencias entre los tratamientos, esto se debe a la acción de las películas comestibles en el control del porcentaje de acidez titulable contenido en la fresa evitando que esta baje considerablemente, y por este motivo la fresa pierda sus características propias que permiten la aceptabilidad de los consumidores, para un análisis más profundo se realizó la prueba de rango múltiple Tukey, que se encuentra en la tabla 20.

En el caso del factor de estudio repeticiones, se puede apreciar que, en el último día de experimentación, el p-valor presenta un dato menor a 0,05 por lo tanto, existe diferencia significativa entre las repeticiones, por este motivo se realizó la prueba de rango múltiple Tukey que se encuentra en la tabla 21, y se verificó las diferencias de acuerdo a las medias de cada una de las repeticiones.

En el factor de estudio A (porcentaje de mucílago de nopal) se puede observar en la tabla de análisis de varianza que el p-valor en el día 1 no tiene significancia, por lo tanto, en este día el factor A no presenta influencia significativa para la conservación del contenido de acidez titulable de la fresa, sin embargo en los días 4, 7 y 10 se evidencia un dato menor a 0,05 en el p-valor, demostrando así que el mucílago de nopal actúa en la conservación de la variable de estudio permitiendo que la fresa mantenga características óptimas por mayor tiempo, en este caso se realiza la prueba de rango múltiple Tukey que se encuentra en la tabla 22.

De acuerdo a los datos expresados en la tabla de análisis de varianza se puede verificar que en el factor de estudio B (porcentaje de aceite esencial de orégano), en el día 1 y 4 el p-valor es mayor a 0,05 por lo tanto no existe una acción significativa del factor B en la conservación de la variable de estudio en estos días, sin embargo en los días 7 y 10 existe significancia en la acción del aceite esencial, por lo cual se realizó la determinación de que porcentaje de aceite esencial interviene más de acuerdo a las medias expresadas en la tabla de Tukey expuesta en la tabla 23.

La interacción de los factores A y B en la tabla de análisis de varianza, muestra que en el día 4 y 10 la acción combinada del mucílago de nopal y aceite esencial de orégano, permite

la conservación de la variable de estudio, para determinar qué porcentaje ofrece mejores resultados se muestra en la tabla 24 la prueba de rango múltiple Tukey.

En el factor de estudio testigo vs resto, se puede verificar que el p-valor, muestra un dato inferior a 0,05 en los días 4,7 y 10 por lo tanto en estos días de experimentación se aprecia una diferencia significativa entre el testigo y los demás tratamientos, mostrando la influencia de la película comestible, para verificar las diferencias se realizó la prueba de rango múltiple Tukey de la comparación de los tratamientos.

Los análisis de varianza de la variable porcentaje de acidez, para cada día de tratamiento muestran valores inferiores a 10 % en su coeficiente de variación, por lo tanto, se afirma que los datos tomados por los investigadores son confiables, pues de cada 100 repeticiones menos de 10 tendrán variación.

Según Robayo & Salazar. (2018) la concentración del ácido predominante de la fresa (ácido cítrico) depende principalmente de su maduración, además mencionan que en su investigación no encuentran diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, solamente el tratamiento testigo incrementó significativamente su porcentaje de acidez titulable.

Las películas comestibles formulada con mucílago de nopal y aceite esencial de orégano a diferentes concentraciones, permite conservar por mayor tiempo características físicas y químicas propias de la fresa por mayor tiempo, así es el caso del porcentaje de acidez titulable, el cual influye en la degradación de la fresa, según Reyes. (2007) en un estudio similar menciona que la acidez es un indicador de madurez, si el porcentaje de acidez presenta un descenso menor a 0,78 puede haber contaminación por microorganismos en la fresa, y es más rápida su degradación fisiológica.

10.1.4 Pruebas de Tukey para la variable porcentaje de acidez titulable

Tabla 20

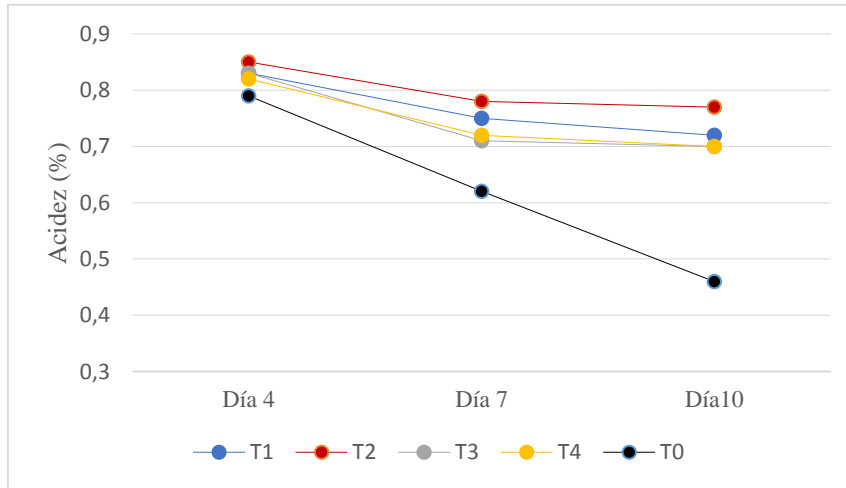
Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio Tratamientos

Día 4			Día 7			Día 10		
T	M	G.H	T	M	G.H	T	M	G.H
T2	0,85	A	T2	0,78	A	T2	0,77	A
T1	0,83	A	T1	0,75	AB	T1	0,72	B
T3	0,83	A	T4	0,72	B	T3	0,7	B
T4	0,82	AB	T3	0,71	B	T4	0,7	B
T0	0,79	B	T0	0,62	C	T0	0,46	C
E.E	0,01		E.E	0,01		E.E	0,01	

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 20 de pruebas de rango múltiple para el factor de estudios tratamientos, se puede observar que en los días 4, 7 y 10 el tratamiento T2 compuesto por mucílago de nopal y aceite esencial de orégano con una concentración de 2% y 1% respectivamente, se mantiene con una media superior a los demás tratamientos permitiendo afirmar que, se obtienen mejores resultados en la conservación de la variable acidez al darse la aplicación del tratamiento T2, además se puede apreciar que se encuentra en el primer rango de significancia A durante los días de experimentación, los demás tratamientos, en el día 10 se aprecia que presentan una media inferior, pues la acidez titulable tuvo más variaciones, aunque estadísticamente no existe diferencias significativas entre estos tratamientos, cabe destacar que el tratamiento testigo T0 desde el día 4 presenta una media muy baja con respecto a los demás tratamientos, llegando al día 10 con una media de 0,46 y encontrándose en el rango de significancia más bajo, se puede apreciar gráficamente las medias obtenidas en figura 36. Según Alcántara. (2009) la acidez titulable de la fresa debe encontrarse entre 0,50 y 1,87. En la investigación realizada, el tratamiento T0 mostró una media que se encuentra fuera de rangos óptimos.

De acuerdo con el Ministerio de Salud y Protección Social (2013) “Reglamento Técnico Colombiano para frutas y sus productos”, indica la acidez titulable en los Jugos o Zumos y Pulpa de fresa un mínimo de 0,65 de acidez titulable.

Figura 36*Porcentaje de Acidez Titulable**Elaborado por:* (Punina N. & Ulcuango R.)**Tabla 21***Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio Repeticiones*

Día 10				
Repetición	Medias	N	E.E.	
2	0,68	5	0,05	A
1	0,66	5	0,05	B
3	0,66	5	0,05	B

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 21 se puede apreciar que en el día 10 existe una diferencia significativa entre las repeticiones, siendo así que en la repetición 2, se presenta una media de 0,68 siendo esta la más elevada con relación a la repetición 1 y 3 la cuales presentan una media de 0,66, es decir que en la segunda repetición se obtienen mejores resultados en el proceso de conservación de la variable acidez titulable, esto podría deberse a una variación en la toma de datos, o a las condiciones a las cuales se encontraban expuestas las fresas en esa repetición.

Tabla 22*Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A*

Día 4			Día 7			Día 10		
Factor A	Medias	G.H	Factor A	Medias	G.H	Factor A	Medias	G.H
1	0,84	A	1	0,76	A	1	0,74	A
2	0,82	B	2	0,71	B	2	0,7	B
E.E	0,01	E.E	0,01	E.E	0,01	E.E	0,01	E.E

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 22 de pruebas de rango múltiple para el factor de estudio A (porcentaje de mucílago de nopal), se puede evidenciar que en los días 4, 7 y 10 el nivel 1 de concentración (2%) actúa de mejor manera en el proceso de conservación de la fresa, evitando la variación exagerada de la acidez titulable.

Las concentraciones de mucílago de nopal influyen de manera significativa en el proceso de conservación de la fresa, pues en la media del día 10 en su primer nivel de concentración se muestra un valor de 0,74 a diferencia del segundo nivel que muestra una media de 0,7.

Tabla 23*Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio B*

Día 10				
Factor B	Medias	N	E.E.	
2	0,73	6	0,01	A
1	0,71	6	0,01	B

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 23 de pruebas de rango múltiple para el factor de estudio B (porcentaje de aceite esencial de orégano) se puede apreciar que en el día 10 existe una diferencia significativa en su influencia de concentración. El nivel de concentración 2 (1% de aceite esencial de orégano) muestra una media de 0,73 mientras tanto, el nivel 1 (0,5% de aceite esencial de orégano) tiene una media de 0,71, demostrando que la película comestible

elaborada con el 1% de aceite esencial de orégano ofrece mejores resultados en la conservación de la variable de estudio acidez titulable.

Tabla 24

*Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A*B*

Día 4				Día 10			
Factor A	Factor B	Medias	G.H	Factor A	Factor B	Medias	G.H
1	2	0,85	A	1	2	0,77	A
2	1	0,83	AB	1	1	0,72	B
1	1	0,83	AB	2	2	0,7	B
2	2	0,82	B	2	1	0,7	B
E.E		0,01		E.E		0,01	

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 24 se puede apreciar las pruebas de rango múltiple Tukey de las interacciones entre el factor A y el factor B, obteniendo como resultados que en el día 4 y 10 existe una diferencia significativa entre la acción de las combinaciones de ingredientes de la película comestible, y siendo la interacción correspondiente al tratamiento T2 la cual presenta mejores resultados con una media superior a las demás interacciones.

Tabla 25

Análisis de Varianza del Porcentaje de Humedad

F.V.	Gl	Día 1	Día 4	Día 7	Día 10
Total	14	p- valor	p- valor	p- valor	p- valor
Tratamientos	4	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
Repetición	2	0,0901ns	0,8769ns	0,7120ns	0,9531ns
Factor A	1	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Factor B	1	0,8369ns	0,0000*	0,0003*	0,1658ns
Factor A*Factor B	1	0,0662ns	0,0015*	0,0000*	0,0003*
Testigo vs resto	1	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
Error	8				
CV (%)		0,03	0,05	0,05	0,08

A: Porcentaje de mucílago de nopal; **B:** Porcentaje de aceite esencial de orégano

*: significativo; ns: no significativo

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

De acuerdo a los datos apreciados en la tabla 25 de análisis de varianza, de la variable de estudio porcentaje de humedad, de la fresa se puede verificar que en el factor de estudio

tratamientos, existe una diferencia significativa en todos los días de experimentación, pues el p-valor es menor a 0,05 por lo tanto todos los tratamientos son significativamente diferentes, esto se debe a la aplicación de las películas comestibles sobre la fresa, lo cual interfiere en la variación de su contenido de humedad, para constatar de manera clara cuál es la diferencia que existe entre los tratamientos se realizó la prueba de rango múltiple Tukey que se encuentra en la tabla 26 y se procedió a la comparación de sus medias determinando al mejor tratamiento.

En el factor de estudio repeticiones no se encontraron diferencias significativas, es decir que este factor de estudio no interviene en la conservación poscosecha de la fresa y al no encontrar diferencias de significancia no es necesaria la realización de la prueba de rango múltiple Tukey.

En el factor de estudio A (porcentaje de mucílago de nopal) se puede observar que el p-valor es menor a 0,05 en todos los días de experimentación por lo tanto existe una diferencia significativa, y se determina que el factor A actúa significativamente en el proceso de evitar que la fresa pierda su contenido de humedad, por tal motivo la aplicación de la película comestible interfiere en la conservación poscosecha de la fresa, para determinar que concentración de mucílago de nopal ofrece mejores resultados se realizó la prueba de rango múltiple Tukey expresada en la tabla 27.

En el caso del factor de estudio B (porcentaje de aceite esencial de orégano) se determina que en los días 4, 7 y 10 existe una diferencia significativa, por lo tanto el factor B, presenta una acción de significancia para mantener el contenido de humedad de la fresa en tratamiento, por lo tanto se realiza la prueba de rango múltiple Tukey que se aprecia en la tabla 28 para determinar que la concentración de aceite esencial de orégano presenta mejores resultados.

Al analizar el factor de estudio de las interacciones entre el porcentaje de mucílago de nopal y porcentaje de aceite esencial de orégano, se determina que en los días 4, 7 y 10 el p-valor es inferior a 0,05 por lo cual se afirma que el factor A y B actúan conjuntamente para evitar que la fresa en estudio pierda mayor contenido de humedad, por ende, para evaluar que concentración presenta mejores resultados se realiza la prueba de rango múltiple Tukey que se encuentra en la tabla 29.

En cuanto al factor de estudio testigo vs resto se evidencia que todos los días de experimentación existe una diferencia significativa pues el p-valor es inferior a 0,05, por lo

tanto, el tratamiento testigo es significativamente diferente a los demás tratamientos, esto se evidencia en la prueba de rango múltiple Tukey realizada a los tratamientos.

Para cada uno de los días de tratamiento el porcentaje del coeficiente de variación es menor a 10, por lo tanto, los datos tomados por los investigadores, presentan un porcentaje de confiabilidad mayor al 90% lo cual quiere decir que de cada 100 repeticiones un porcentaje mínimo, presentará diferencias con relación a los demás.

Según Tirado, et al. (2015) El contenido de humedad es la pérdida de agua al someter al alimento en estudio al método de secado por estufa o mufla en el que el contenido de humedad se determina a partir de la altercación de peso de la muestra luego de la evaporación del agua absorbida por la estufa.

El porcentaje de contenido de humedad de la fresa varía considerablemente con el pasar del tiempo, sin embargo, con la aplicación de películas comestibles se puede prolongar el tiempo en el que la fresa presenta un contenido de agua óptimo y agradable para el consumo humano, de acuerdo con Ana & Carlos. (1998) menciona que el agua es el componente más abundante de los frutos y la fresa presenta una alta tasa de transpiración, produciendo pérdidas de agua que implican arrugamiento y descenso de la calidad de la fruta.

10.1.5 Pruebas de Tukey para la variable porcentaje de humedad.

Tabla 26

Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio Tratamientos

Día 1			Día 4			Día 7			Día 10		
T	M	G.H	T	M	G.H	T	M	G.H	T	M	G.H
T2	89,31	A	T2	89,1	A	T2	88,79	A	T2	88,36	A
T1	89,27	A	T4	88,67	B	T1	88,44	B	T1	88,09	B
T3	88,75	B	T1	88,53	C	T3	88,2	C	T3	87,94	C
T4	88,72	B	T3	88,34	D	T4	88,15	D	T4	87,76	D
T0	88,41	C	T0	85,88	E	T0	81,21	E	T0	75,39	E
E.E	0,02		E.E	0,02		E.E	0,02		E.E	0,03	

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

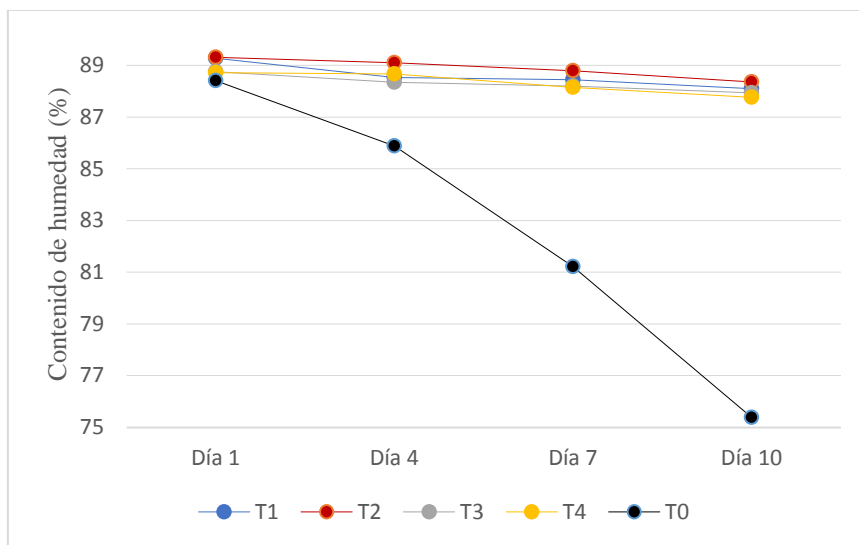
En la tabla 26 que muestra la prueba de rango múltiple Tukey para el estudio de los tratamientos en la variable porcentaje de humedad, se puede apreciar que en el día 1, 4, 7 y 10 existen diferencias significativas entre los tratamientos, la media del tratamiento T2 en todos los casos es mayor que los demás tratamientos, mostrando que con la aplicación de este

tratamiento las fresas perdieron menos contenido de agua permaneciendo en rangos óptimos, los datos de medias se puede visualizar en la figura 37, según datos expresados por Borja (2010) en un estudio similar presenta datos parecidos a los que se obtienen en esta investigación.

La comparación de los tratamientos permite determinar que la película comestible que en su composición consta de 2% de mucílago de nopal y 1% de aceite esencial de orégano permite conservar por mayor tiempo las características de porcentaje de humedad de la fresa, sin embargo, los demás tratamientos cumplen con la misma función, pero presentan menos efectividad, cabe destacar que el tratamiento testigo T0 en el día 4 presenta una media inferior (85,88) que los demás tratamientos en el día 10. En un estudio similar Jima. (2015) menciona que las fresas usadas como control obtuvieron un valor de humedad de 87,65 mismo que se acerca la media obtenida en el T0 de esta investigación.

Figura 37

Porcentaje de Humedad



Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Tabla 27*Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A*

Día 1			Día 4			Día 7			Día 10		
Factor	Medias	G.H	Factor A	Medias	G.H	Factor A	Medias	G.H	Factor A	Medias	G.H
A											
1	89,29	A	1	88,82	A	1	88,62	A	1	88,23	A
2	88,74	B	2	88,5	B	2	88,18	B	2	87,85	B
E.E	0,01		E.E	0,01		E.E	0,01		E.E	0,02	

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 27 de pruebas de rango múltiple para el factor de estudio A en la variable porcentaje de humedad, se puede verificar que la concentración de mucílago de nopal presenta diferencias en sus medias tanto en el día 1, 4, 7 y 10 siendo más elevadas las medias del nivel 1 de concentración en cada uno de los días de experimentación, por lo tanto se afirma que la película comestible formulada con el 2% de mucílago de nopal permite la obtención de mejores resultados en conservación de la variable porcentaje de humedad presente en la fresa.

Tabla 28*Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio B*

Día 4			Día 7		
Factor B	Medias	G.H	Factor B	Medias	G.H
2	88,89	A	2	88,47	A
1	88,43	B	1	88,32	B
E.E		0,01	E.E		0,01

Elaborado por: (Punina N.& Ulcuango R.)

En la tabla 28 se puede verificar la prueba de rango múltiple del factor de estudio B (porcentaje de aceite esencial de orégano) en los días 4 y 7. El nivel 2 de concentración presenta mejores resultados que el nivel 1 al encontrarse con una media de 88,89 y 88,43 respectivamente, por lo tanto, la acción del 1% de aceite esencial de orégano es más eficaz al momento de conservación de la variable porcentaje de humedad, pues evita que la fresa reduzca rápidamente su contenido de agua.

Tabla 29*Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A*B*

Día 4				Día 7				Día 10			
A	B	Medias	G.H	A	B	Medias	G.H	A	B	Medias	G.H
1	2	89,1	A	1	2	88,79	A	1	2	88,36	A
2	2	88,67	B	1	1	88,44	B	1	1	88,09	B
1	1	88,53	C	2	1	88,2	C	2	1	87,94	C
2	1	88,34	D	2	2	88,15	D	2	2	87,76	D
E.E		0,02		E.E		0,02		E.E		0,02	

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 29 de prueba de rango múltiple Tukey para el factor de estudio A*B de la variable porcentaje de humedad, podemos apreciar que en los días 4, 7 y 10 existe una diferencia entre las interacciones, la combinación de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano en diferentes concentraciones, permite obtener diferencias en la conservación de la variable porcentaje de humedad, en todos los días de experimentación se aprecia que la combinación correspondiente al tratamiento T2 (2% de mucílago de nopal y 1% de aceite esencial de orégano) tiene una media superior a los demás tratamientos, demostrando que esta combinación ejerce un mejor control en la conservación de la fresa.

Tabla 30*Análisis de Varianza Textura*

F.V.	Gl	Día 1	Día 4	Día 7	Día 10
Total	14	p- valor	p- valor	p- valor	p- valor
Tratamientos	4	0,9051ns	0,0002*	<0,0001*	0,0001*
Repetición	2	0,0956ns	0,1234ns	0,4885ns	0,7641ns
Factor A	1	0,4737ns	0,0415*	0,0069*	0,0044*
Factor B	1	0,7147ns	0,5252ns	0,0069*	0,3929ns
Factor A*Factor B	1	0,7147ns	0,1636na	0,2874ns	0,3929ns
Testigo vs resto	1	0,7431ns	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
Error	8				
CV (%)		0,80	1,52	1,87	2,43

A: Porcentaje de mucílago de nopal; B: Porcentaje de aceite esencial de orégano

*: significativo; ns: no significativo

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 30 de análisis de varianza de la textura, se puede verificar que el factor de estudio tratamientos en el día 1 no presenta diferencias significativas, sin embargo en los días

4, 7 y 10 se aprecia que el p-valor es menor a 0,05 por lo tanto, se afirma que todos los tratamientos son significativamente diferentes, la aplicación de la película comestible influye para que esto ocurra, por lo tanto para determinar qué tratamiento ofrece mejores resultados se realizó la prueba de rango múltiple Tukey que se encuentra en la tabla 31.

En el caso del factor de estudio repeticiones, en ningún día de la experimentación se evidencia que el p-valor sea menor a 0,05 por lo tanto no existen diferencias entre las repeticiones, y esto no influye en la conservación de la variable textura de la fresa.

En el factor de estudio A (porcentaje de mucílago de nopal) se evidencia una diferencia significativa en los días 4, 7 y 10, pues el p-valor es inferior a 0,05, mostrando que el porcentaje de mucílago de nopal usado para la elaboración de la película comestible, influye significativamente en mantener una textura óptima en la fresa por mayor tiempo, para determinar cuál de las concentraciones del factor A es mejor se realizó la prueba de rango múltiple Tukey expuesta en la tabla 32.

En la tabla también se aprecia que el factor de estudio B (porcentaje de aceite esencial de orégano) presenta datos de significancia solamente en el día 7, es decir en este día el porcentaje de aceite esencial de orégano actúa significativamente en la conservación de la variable textura, por lo tanto, se realiza la prueba de rango múltiple expuesta en la tabla 33.

Al realizar el estudio de las interacciones entre el factor A y B, se verifica que en ninguno de los días de experimentación el p-valor presenta datos mayores a 0,05, por lo tanto, se afirma que no existe significancia para este factor de estudio, pues la mezcla de los factores en diferentes porcentajes, no interfieren en el proceso de conservación de la fresa, su acción se da por separado, pues cada uno de ellos ofrece diferente actividad que permite que la fresa se mantenga en rangos óptimos de sólidos solubles por mayor tiempo.

En el factor de estudio testigo vs resto, se puede apreciar que en el primer día de experimentación no existe diferencia significativa con los demás tratamientos, sin embargo, para el día 4,7 y 10 el p-valor muestra un dato menor a 0,05 por lo tanto existe diferencias de significancia entre el tratamiento testigo y los demás tratamientos, por ende, se realiza la prueba de rango múltiple Tukey para verificar las diferencias.

De acuerdo a los datos mostrados en la tabla de análisis de varianza del contenido de sólidos solubles en la fresa, podemos apreciar que el porcentaje del coeficiente de variación es

inferior al 10% en todos los días de tratamiento, por lo tanto, los datos obtenidos en la experimentación son confiables.

De esta manera, la textura es una de las características más importantes para determinar el estado de la fresa por lo tanto, con la aplicación de la película comestible se logró reducir la pérdida de esta característica, prolongando por mayor tiempo el estado óptimo de la fresa, según Perkins, et al. (2015) En su estudio menciona que la firmeza reducía conforme pasaba los días de almacenamiento esto debido a la etapa de maduración de la fruta, este ablandamiento sucede por los cambios fisiológicos y químicos en la maduración lo cual incluye la conversión del almidón en azúcares, los compuestos volátiles.

10.1.6 Pruebas de Tukey para la variable textura

Tabla 31

Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio Tratamientos

Día 4			Día 7			Día 10		
Tratamientos	Medias	G.H	Tratamientos	Medias	G.H	Tratamientos	Medias	G.H
T2	1,78	A	T2	1,59	A	T2	1,11	A
T1	1,75	A	T4	1,53	AB	T1	1,11	A
T3	1,73	A	T1	1,53	AB	T4	1,06	A
T4	1,72	A	T3	1,5	B	T3	1,04	A
T0	1,59	B	T0	1,28	C	T0	0,91	B
E.E	0,02		E.E	0,02		E.E	0,01	

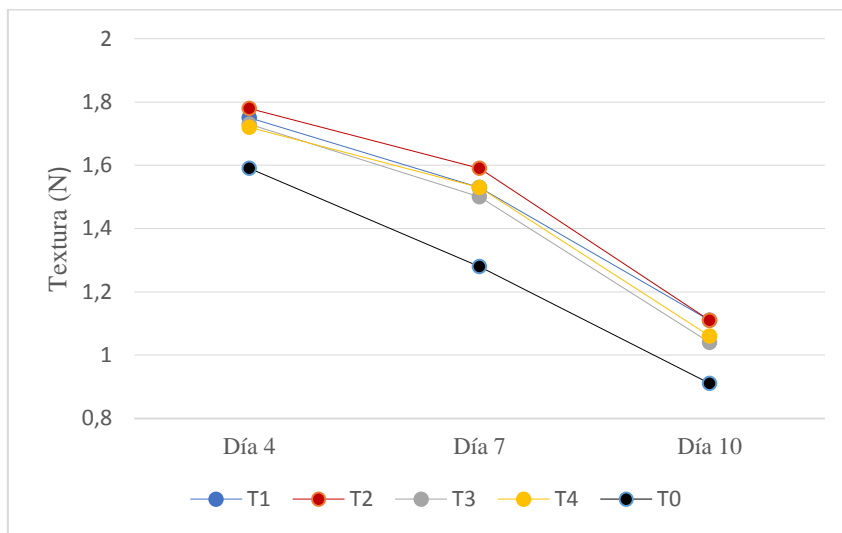
Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 31 se puede apreciar la prueba de rango múltiple para los tratamientos en el estudio de la variable textura, donde se puede verificar que en los días 4, 7 y 10 las medias expresadas en el tratamiento T2 son más elevadas, es decir que las fresas que fueron sometidas a este tratamiento no tuvieron mucha variación en la pérdida de textura, permitiendo mantener características óptimas de la fresa en todos los días de duración del estudio, para el día 10 se observa que se acerca a la media más baja de 11,1 sin embargo se mantiene por arriba de los demás tratamientos, sin embargo en todos los tratamientos se puede observar que existe un control adecuado en la textura de la fresa, ya que al compararlos con el tratamiento testigo existe gran diferencia, pues este en el día 10 obtiene una media de 0,91, en la figura 38 se puede apreciar gráficamente los datos de las medias de cada tratamiento. De acuerdo a datos obtenidos por Vélez. (2015) la textura de la fresa con recubrimiento presenta

valores de 1,31 y 1,25 al décimo día de tratamiento lo cual se acerca a los datos expresados en esta investigación.

Figura 38

Textura



Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Tabla 32

Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio A

Día 4			Día 7			Día 10		
Factor A	Medias	G.H	Factor A	Medias	G.H	Factor A	Medias	G.H
1	1,76	A	1	1,56	A	1	1,11	A
2	1,73	A	2	1,52	B	2	1,05	B
E.E	0,01		E.E	0,01		E.E	0,01	

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 32 de pruebas de rango múltiple para el factor A en la variable textura se puede evidenciar que en los días 4, 7 y 10 el nivel 1 de concentración de mucílago de nopal (2%), presenta mejores resultados con respecto al nivel 2 de concentración (4%), pues las medias expresadas en este último, son inferiores en cada uno de los días de experimentación, por este motivo se afirma que la concentración de mucílago de nopal al 2% actúa de mejor manera evitando la pérdida de textura de la fresa y manteniendo características aceptables por mayor tiempo.

Tabla 33*Pruebas de Rango Múltiple Tukey para el Factor de Estudio B*

Día 7				
Factor B	Medias	N	E.E.	
2	1,56	6	0,01	A
1	1,52	6	0,01	B

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

En la tabla 33 se muestran los resultados de la prueba de rango múltiple Tukey del factor B en el estudio de la variable textura, donde se aprecia que en el día 7 existen diferencias entre las medias, pues la concentración de aceite esencial de orégano correspondiente al nivel 2 (1%) presenta una acción más eficaz en el control de la textura al tener una media de 1,56, mientras que la media del nivel 1 es de 1,52.

10.2 Análisis de las características microbiológicas

En la tabla 34 se muestran los resultados obtenidos en el análisis microbiológico de la fresa del mejor tratamiento, (T2: Mucílago de nopal 2% Aceite esencial de orégano 1%) determinado por análisis físicoquímicos después de 10 días de conservación, mientras que en la tabla 35 se aprecian los resultados en el tratamiento testigo T0 (Control sin película comestible) mismos que fueron expresados por el laboratorio de análisis y aseguramiento de calidad (Multianalítica S.A.) donde se puede verificar diferentes datos:

Tabla 34*Resultados de las Características Microbiológicas del Mejor Tratamiento T2 (Mucílago de Nopal 2% Aceite Esencial de Orégano 1%).*

Parámetros	Resultados	Unidad	Método de análisis interno	Método de análisis de referencia
Recuento de aerobios mesófilos totales	60	UFC/g	MM-107	NTE INEN-ISO 4833:2021/REP.
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	<10	UFC/g	MM-06	AOAC 2003.02/ Petrifilm
Recuento de coliformes totales	<10	UFC/g	MM-108	NTE INEN-ISO 4833-2016/REP.
Recuento de mohos	80	UFC/g	MM-02	AOAC 997.02/ Petrifilm
Recuento de levaduras	20	UFC/g	MM-02	AOAC 997.02/ Petrifilm

Fuente: Multianalítica S.A.

Tabla 35

Resultados de las Características Microbiológicas del Tratamiento Testigo

Parámetros	Resultados	Unidad	Método de análisis interno	Método de análisis de referencia
Recuento de aerobios mesófilos totales	10.2x10 ²	UFC/g	MM-107	NTE INEN-ISO 4833:2021/REP.
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	10	UFC/g	MM-06	AOAC 2003.07/ Petrifilm
Recuento de coliformes totales	10	UFC/g	MM-108	NTE INEN-ISO 4833-2016/REP.
Recuento de mohos	1.3 x10 ⁵	UFC/g	MM-02	AOAC 997.02/ Petrifilm
Recuento de levaduras	6.02 x10 ³	UFC/g	MM-02	AOAC 997.02/ Petrifilm

Fuente: Multianalítica S.A.

10.2.1 Recuento de aerobios mesófilos totales

En el análisis de recuento de aerobios mesófilos totales en el T2 se puede apreciar un valor de 60 UFC/g mientras tanto en el tratamiento testigo se evidencia gran diferencia, arrojando un valor de 6.2x10² UFC/g demostrando que la aplicación de películas comestibles, formuladas a partir de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano al 2% y 1% respectivamente, evitan el crecimiento de microorganismos (aerobios mesófilos) prolongando el tiempo de conservación poscosecha de la fresa, de acuerdo con Jima. (2015) en un estudio similar menciona que se observa un valor mínimo de 100 UFC/g ± 10 y un máximo de 596,6 UFC/g. ± 5,77, el valor más elevado corresponde al tratamiento al que no se le aplicó ningún tratamiento, además en su análisis de varianza se observa que existe una diferencia significativa entre los demás tratamientos y el tratamiento testigo.

Finalmente, Moragas et al. (2019) menciona que los aerobios mesófilos para frutas verduras y hortalizas congeladas deben tener un máximo de 5x10⁵ UFC/g. Con este dato podemos afirmar que la fresa analizada en el T2 se encuentra por debajo del valor mencionado, mientras que la fresa testigo sobrepasa este rango, lo cual significa que la película comestible si influye en el control de aerobios mesófilos totales en la fresa.

10.2.2 Recuento de *Staphylococcus aureus*

En el estudio microbiológico realizado en el laboratorio (Multianalítica S.A.) se puede verificar que para el T2 los resultados obtenidos en recuento de *Staphylococcus aureus* son <10 UFC/g de fresa, mientras tanto para el T0 los datos obtenidos son de 10 UFC/g,

demostrando una diferencia al aplicar la película comestible, por ende se verifica que la película comestible formulada con mucílago de nopal 2% aceite esencial de orégano 1% influye en el crecimiento de patógenos, y por lo tanto ayuda a prolongar el tiempo de conservación poscosecha de la fresa, según Moragas et al. (2019) las frutas hortalizas y verduras congeladas no debe sobrepasar de 10^2 UFC/g para ser aptas para el consumidor.

Finalmente, Jima. (2015) en su estudio encuentra que la fresa de su mejor tratamiento a temperatura ambiente en el día 10, arroja un resultado de 6.666 UFC/g, mientras que su tratamiento control tiene un valor de 84,37 UFC/g. Por ende, se concluye que el T2 de esta investigación disminuye significativamente la población de *Staphylococcus aureus*.

10.2.3 Recuento de coliformes totales

Los datos obtenidos muestran que el T2 presenta un valor <10 UFC/g de fresa en el recuento de coliformes totales, por otro lado, en el T0 se puede observar un valor de 10 UFC/g demostrando que la película comestible si constituye una barrera protectora ante el crecimiento de microorganismos. Según Castro et al. (2004) menciona que los microorganismos patógenos representan alto riesgo en brotes de enfermedades ya para el ser humano además de causar la descomposición del alimento, la presencia de coliformes en las frutas y hortalizas representa un riesgo para la salud. Por ende, se destaca la funcionalidad de las películas comestibles, que además de conservar por mayor tiempo características físicas y químicas, actúa como antimicrobiano evitando el crecimiento de coliformes.

10.2.4 Recuento de mohos y levaduras

En el caso de recuento de mohos, el T2 tiene una valoración de 80 UFC/g de fresa mientras que en el recuento de levaduras se aprecia que tiene 20 UFC/g, al comparar estos valores con los datos expresados en el T0 se evidencia una gran diferencia demostrando valores muy elevados y reafirmando la eficacia de la aplicación de películas comestibles, según Jima. (2015) menciona que la *Bortrytis cinérea* o conocido como moho gris es el principal hongo que causa la putrefacción del fruto.

Para frutas, verduras y hortalizas congeladas según Moragas et al. (2019) el parámetro de mohos y levaduras es de 10^2 UFC/g. Por lo tanto de acuerdo a los datos expuestos en las tablas 34 y 35 se afirma que las fresas del mejor tratamiento T2 presentan una baja población de microorganismos patógenos que puedan alterar su conservación, por ende en esta

investigación se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la nula, pues las películas comestibles formuladas con mucílago de nopal 2% y aceite esencial de orégano 1% si interfieren en el crecimiento de mohos, levaduras y agentes patógenos que causan su pronta degradación.

10.3 Costo de elaboración de película comestible.

Tabla 36

Análisis Económico de la Elaboración de Película Comestible para la Conservación de la Poscosecha de la Fresa.

Concepto	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Nopal (kg)	35	\$0,25	\$8,75
Fresa (kg)	5	1,25	6,25
Aceite esencial de orégano (ml)	100	0,03	3,00
Glicerina (ml)	80	0,0028	0,224
Tween (ml)	70	0,01	0,70
Agua destilada (l)	8	0,75	6,00
Alcohol al 96 % (l)	30	2,50	75,00
Total			\$99,92

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

De acuerdo con los datos del presupuesto necesario para la elaboración de películas comestibles que se encuentra en la tabla 36, podemos afirmar que el costo de producción total es de 99,92 USD, esta cantidad es necesaria para poder producir 170 películas comestibles de 25 cm de diámetro, es decir que el valor unitario es de 0,59 USD.

11. IMPACTOS

11.1 Impacto técnico

El impacto técnico en esta investigación ofrece a la industria alimentaria a la utilización de la película comestible a base mucílago de nopal y aceite esencial de orégano, como una tecnología simple para la conservación de alimentos, puesto que la película actúa como una barrera protectora, donde este aditivo es un antioxidante, y su principal función, un agente antimicrobiano así permitiendo el control de microorganismos, prolongando la conservación poscosecha del fruto, sin agentes químicos procurando el bienestar del consumidor.

11.2 Impacto social

Dentro de esta investigación busca nuevas alternativas de conservar la fresa con la aplicación de una película comestible de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano, además incentivar a los pequeños agricultores a producir y mantener el cultivo de nopal generando el desarrollo económico de las provincias y del país.

11.3 Impacto ambiental

Con la implementación del proyecto de investigación busca innovar el uso de nopal y aceite esencial de orégano en la elaboración de película comestible para la conservación de poscosecha de la fresa de esta manera reducir el uso de conservantes químicos que puedan provocar daños a la salud de las personas.

11.4 Impacto económico

El presente proyecto de investigación, generará un impacto positivo en nuevas formas de conservar las frutas, generando la confianza en los agricultores a la producción de fresa con una rentabilidad estable, a la vez incentivando a la plantación de nopal y orégano permitiendo cultivar materia prima libre de agentes químicos dentro de las provincias.

12. PRESUPUESTO

Tabla 37

Presupuesto del Proyecto

Recursos	Cantidad	Valor unitario \$ depreciado al 10%	Valor total \$
Equipo o maquinaria			
Plancha de agitación magnética	1	\$176,00	\$17,60
Estufa	1	744,00	74,40
Balanza digital	1	40,00	4,00
Centrífuga	1	400,00	40,00
Refractómetro digital	1	70,00	7,00
Termómetro	1	8,00	0,80
Licuada	1	70,00	7,00
Cocina industrial	1	150,00	15,00
Potenciómetro	1	200,00	20,00
Decantador	1	110,00	11,00
Texturómetro	1	80,00	8,00
Subtotal 1			\$204,80

Materiales e insumos				
Recursos	Cantidad	Unidad de medida	Valor unitario\$	Valor total \$
Nopal	35	kg	\$0,25	\$8,75
Fresa	5	kg	1,25	6,25
Aceite esencial de orégano	100	ml	0,03	3,00
Glicerina	1	l	2,80	2,80
Agua destilada	8	l	0,75	6,00
Alcohol etílico 96 %	30	l	2,50	75,00
Agua de botellón	8	l	0,63	5,04
Fenolftaleína 2%	100	ml	0,06	6,00
Hidróxido de sodio 1 N	500	ml	0,01	4,00
hipoclorito de sodio	100	ml	0,00	0,45
Tween 20	250	ml	0,01	2,50
Cajas Petri	20	u	0,40	8,00
Cuchillo	1	u	1,50	1,50
Cucharas	2	u	0,45	0,90
Tamiz	1	u	1,00	1,00
Papel de cocina	1	u	1,50	1,50
Probeta	1	u	15,00	15,00
Vasos de precipitación	1	u	3,50	3,50
Ollas	1	u	4,00	4,00
Fósforos	1	u	0,10	0,10
Cápsulas de evaporación	4	u	2,50	10,00
Pinzas	1	u	5,00	5,00
Pipetas	1	u	4,00	4,00
Mortero	1	u	8,00	8,00
Papel aluminio	1	u	1,50	1,50
Fundas de polietileno	25	u	0,17	4,25
Bandejas de acero inoxidable	3	u	2,00	6,00
Subtotal 2				\$194,04
Análisis de laboratorio				
Recursos	Cantidad	Valor unitario\$	Valor total \$	
Análisis fisicoquímicos	12	\$3,00	\$36,00	
Análisis microbiológicos	2	57,50	115,00	
Subtotal 3			\$151,00	
Materiales bibliográficos				
Recursos	Cantidad	Unidad	Valor unitario\$	Valor total \$
Copias	300	u	\$0,02	\$6,00

Impresiones	500	u	0,10	50,00
Esferos	2	u	0,45	0,90
Anillados	4	u	1,50	6,00
Carpetas	4	u	0,60	2,40
Empastados	2	u	30,00	60,00
CD's de portada	4	u	1,50	6,00
Subtotal 4				\$124,40
Gatos varios	-	-	200,00	\$200,00
Subtotal 5				
			SUBTOTAL	\$874,24
			Imprevistos 15%	\$131,14
			TOTAL	\$1.005,38

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones

- La obtención y aplicación de películas comestibles formuladas a partir de mucílago de nopal y aceite esencial de orégano como ingredientes principales, ofrece resultados óptimos en el proceso de conservación poscosecha de fresa, el tratamiento T2 compuesto por mucílago de nopal al 2% y aceite esencial de orégano al 1% presenta mejores resultados, sin embargo todos los tratamientos a excepción del testigo T0 muestran resultados similares en los análisis fisicoquímicos, permitiendo conservar las características principales de la fresa hasta el último día de estudio.
- Las características fisicoquímicas de las fresas en cada tratamiento, de acuerdo a datos establecidos por diferentes autores son idóneas durante la duración del estudio, los resultados del mejor tratamiento T2 obtenidos en el día 10 son; porcentaje de pérdida de peso 22,01; potencial hidrógeno 3,97; sólidos solubles 9,53; acidez titulable 0,76; porcentaje de humedad 88,36 y textura 1,09 por lo tanto, las películas comestibles presentan una influencia significativa en la conservación de factores fisicoquímicos que aceleran la degradación de la fresa.
- La comparación de características microbiológicas de las fresas sometidas al mejor tratamiento (T2) y tratamiento testigo (T0) en el último día de estudio (día 10), muestran resultados satisfactorios, las fresas con recubrimiento, en recuento de

aerobios mesófilos totales tiene 60 UFC/g, *Staphylococcus aureus* y coliformes totales tiene > 10 UFC/g mientras que en mohos y levaduras tiene 80 y 20 UFC/g respectivamente, sin embargo el tratamiento testigo presenta valores muy por debajo de los mencionados anteriormente, comprobando la efectividad de las películas comestibles como barrera protectora ante ataques microbianos.

- Los costos de producción de las películas comestibles, presentan un valor de 0,59 USD, por unidad, el diámetro de las mismas es de 25 cm, teniendo en cuenta el tiempo de conservación de la fresa y la utilización de materias primas de origen natural, se considera un método adecuado en conservación de la fruta.

13.2 Recomendaciones

- Las películas comestibles representan una alternativa para sustituir agentes contaminantes y dañinos para la salud, que actualmente son muy usados para prolongar la conservación de la fresa y frutas en general, por lo que se recomienda a los involucrados en el proceso poscosecha de la fresa, hacer uso de las películas comestibles, como un método de conservación natural, además generando un aporte a los agricultores productores de nopal y orégano.
- Se recomienda que los resultados obtenidos en esta investigación se apliquen en productos de diferentes características como quesos o productos cárnicos, permitiendo generar nuevas alternativas de origen natural para conservación de alimentos.
- Se recomienda realizar investigaciones posteriores que busquen optimizar el proceso de obtención de películas comestibles, y sus costos de producción.

14. REFERENCIAS

- Alcántara González, M. L. (2009). *Estimación de los daños físicos y evaluación de la calidad de la fresa durante el manejo poscosecha y el transporte simulado [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Valencia]*. m.riunet.upv.es.
<https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/6473/tesisUPV3131.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alemán Huerta, M., Galán Wong, L., Morales Ramos, L., & Arevalo Niño, K. (s/f de 2017). *Estudio de las propiedades y biodegradabilidad de plásticos elaborados a partir de cáscara de naranja, pectina y alcohol polivinílico*. smbb.mx:
https://smbb.mx/congresos%20smbb/veracruz01/TRABAJOS/AREA_IV/CIV-14.pdf
- Altamirano Hernández, R. C. (2004). *El cultivo de la fresa para el ciclo otoño-invierno, en California, Estados Unidos de Norteamérica [Tesis de ingeniería, Universidad de Guadalajara]*. <http://repositorio.cucba.udg.mx/>.
http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/43/Altamirano_Hernandez_Rosa_Celia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alzamora, L., Morales, L., Armas, L., & Fernández, G. (2001). Actividad Antimicrobiana in vitro de los Aceites Esenciales Extraídos de Algunas Plantas Aromáticas. *Redalyc*, 62(2), 156 - 161.
<https://www.redalyc.org/pdf/379/37962208.pdf>
- Ana, P., & Carlos, S. (1998). *La fresa de Huelva. Técnicas de poscosecha, manejo, almacenamiento y transporte de frutos*. juntadeandalucia.es:
https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/137161077LIBRO_FRESA_HUELVA.pdf
- Ancos, B., Peña, D., Coca, C., & Moreno, C. (2015). Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama. *Redalyc*, 16(1), 8-17.
<https://www.redalyc.org/pdf/813/81339864002.pdf>
- Aponte, D., Gómez, L., & Navas, F. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Redalyc*, 18(184), 158-163. <https://www.redalyc.org/pdf/496/49630405022.pdf>
- Argote Vega, F. E., Suarez Montenegro, Z. J., Tobar Delgado, M. E., Prez Alvarez, J. A., Hurtado Benavides, A. M., & Delgado Ospina, J. (2017). Evaluación de la capacidad inhibitoria de aceites esenciales en *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. *SciELO*, 1(2), 52-60. de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15nspe2/1692-3561-bsaa-15-spe2-00052.pdf>

- Avila, R., & López, Á. (2008). Aplicación de sustancias antimicrobianas a películas y recubrimientos comestibles. *TSIA*, 2(2), 4-13.
<http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/acym/antimicrobianos.pdf>
- Ayquipa, E. (2018). *Caracterización física de películas comestibles obtenidas de mucílago de cáscara de tuna y almidón de cáscara de papa [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]*.
 repositorio.unamba.edu.pe.https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/617/T_0340.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Balaguera López, H. E., Salamanca Gutiérrez, F. A., García, J. C., & Herrera Arévalo, A. (2014). Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha. *Scielo*, 8(2), 302-313.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v8n2/v8n2a12.pdf>
- fresa (*Fragaria x Ananassa*). *Scielo*, 71(3), 8631-8641.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472018000308631&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Becerra, C., Robledo, P., & Defilippi, B. (13 de Mayo de 2013). *Cosecha y poscosecha de frutilla* .
 biblioteca.inia.cl: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7626>
- Borja Rengifo, E. V. (2010). *Estudio de la conservación de fresas (fragaria vesca) mediante tratamientos térmicos [Tesis de ingeniería, Universidad técnica de Ambato]*.
 repositorio.uta.edu.ec.<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/865/1/AL427%20Refer.%203273.pdf>
- Castro del Campo, N., Chaidez Quiro, C., Rubio Carrasco, W., & Valdez Torres , J. B. (2004). Sobrevivencia de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en frutos mínimamente procesados. *Revista Cubana de Salud Pública*, 3(1), 38-47.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662004000100009
- Chicaiza Flores , J. J. (2015). *Determinación de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos de la fresa (fragaria vesca) variedad oso grande como base para el establecimiento de la norma de requisitos [Tesis de ingeniería, Universidad Regional Autónoma de los Andes]*.
 dspace.uniandes.edu.e.
<https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/751/1/TUABQF003-2015.pdf>
- De Ancos , B., González Peña , D., Colina Coca , C., & Sánchez Moreno, C. (2015). Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama. *Redalyc*, 16(1), 8-17.
<https://www.redalyc.org/pdf/813/81339864002.pdf>

- De la Vega, J., Cañarejo, M., & Pinto, N. (2017). Avances en Tecnología de Atmósferas Controladas y sus Aplicaciones en la Industria. Una Revisión. *Scielo*, 28(3), 75-86.
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v28n3/art09.pdf>
- Del Valle Soazo, M. (2012). *Aplicación de recubrimientos comestibles para mantener la calidad de frutillas congeladas [Tesis de doctorado, Universidad Nacional del Litoral]*.
 bibliotecavirtual.unl.edu.a.
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/350/tesis.pdf?sequence=3>
- Díaz Rodríguez, L., & Avila de Hernández, R. (2021). Tecnologías postcosecha para promover la vida de anaquel de frutos pequeños. *Redalyc*, 22(1), 67-95.
- Emilia Raimondo, C. E. (13 de Mayo de 2002). *Envases para frutas y hortalizas frescas* .
 bdigital.uncu.edu.ar: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3040/raimondo-agrarias34-1.pdf
- Falconí Novillo, J. F. (2018). *Empleo de recubrimientos comestibles en la conservación de Fragaria x ananassa (Fresa) [Tesis de ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]*.
 1library.co. <https://1library.co/document/yj7jk7my-empleo-recubrimientos-comestibles-conservacion-fragaria-xananassa-fresa.html>
- FAO. (26 de Junio de 2007). *Manual de manejo poscosecha para frutas tropicales* . fao.org:
<https://www.fao.org/3/ac304s/ac304s.pdf>
- Fernández Valdés, D., Bautista Baños, S., Fernández Valdés, D., Ocampo Ramírez, A., García Pereira, A., & Falcón Rodríguez, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Scielo*, 24(3), 52-57.
<http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v24n3/rcta08315.pdf>
- Fernández Valdés, D., Bautista Baños, S., Fernández Valdés, D., Ocampo Ramírez, A., García Pereira, A., & Falcón Rodríguez, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Scielo*, 24(3), 52-57.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000300008
- Fernández Valdés, D., Bautista Baños, S., Fernández Valdés, D., Ocampo Ramírez, A., García Pereira, A., & Falcón Rodríguez, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa. *Scielo*, 24(3), 52-57. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v24n3/rcta08315.pdf>
- Gómez Sánchez, A. G. (2020). *Recubrimiento comestible enriquecido con aceites esenciales de Orégano [Tesis de ingeniería, Instituto Tecnológico superior de la región sierra]*.
 rinacional.tecnm.mx.<https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/1053/1/TESIS%20ADOLFO%20GERMAN%20-.pdf>

- González González, L. R. (2011). Desarrollo y evaluación de una película comestible obtenida del mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) utilizada para reducir la tasa de respiración de nopal verdura. *Revista de Investigación de la Universidad Simón Bolívar*, 1(10), 131-138.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4106660>
- Grajales Valencia, N. (2010). *Desarrollo de empaque para proteger y conservar la fresa condiciones organolépticas para su distribución [Proyecto de grado, Universidad Católica Popular del Risaralda]*. repositorio.ucp.edu.co/.
<https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/474/1/completo.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (1998). *Conservas vegetales determinación de la concentración del ION Hidrógeno (pH)*. normalizacion.gob.ec.
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/389.pdf>
- Inestroza Lizardo , C., Voigt , V., Muniz Ana Carolina, A. C., & Gomez Gomez , H. (2016). Métodos de enfriamiento aplicables a frutas y hortalizas enteras y mínimamente procesadas. *Redalyc*, 17(2), 149-161. <https://www.redalyc.org/pdf/813/81349041003.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 1909. (2015). *Frutas Frescas Tomate de Árbol Requisitos*. normalizacion.gob.ec.
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1909_2r.pdf
- Jima, I. M. (2015). *Aplicación de recubrimiento de comestibles (gelatina, glicerol, tween, ácido cítrico y glucosa y si efecto en el tiempo de vida útil de la fresa (fragaria ananassa) variedad albión [Proyecto de ingeniería, Universidad Técnica de Ambato]*.
 Repositorio.uta.edu.ec.<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/15872/1/AL%20583.pdf>
- Laica Pilco, T. E. (2020). *Recubrimiento biodegradable a base de mucílago de linaza (linum usitatissimum) y glicerina para la conservación de la mora de castilla (rubus glaucus) [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Cotopaxi]*. repositorio.utc.edu.ec.
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6692/1/PC-000871.pdf>
- León Leyva, A. P., Camacho Hernández, I. L., Zazueta Morales, J. K., Calderón Castro, A., Fitch Vargas, P. R., Jacobo Valenzuela, N., . . . Aguilar Palazuelos, E. (2018). Desarrollo y Caracterización de Películas Comestibles Elaboradas a Partir de Almidón Acetilado por Extrusión y Gelatina. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3(1), 714-720. Dialnet:<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/10/117.pdf>
- León Matínez, F. M. (2010). *Secado por aspersion de mucílago de nopal (opuntia ficus indica) y su efecto en las propiedades reológicas de los polvos reconstituidos [Tesis de maestría, Instituto*

Politécnico nacional]. tesis.ipn.mx.

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/12330/secadoCIIDIROAX.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López H, J. H. (16 de Marzo de 2000). *Manejo poscosecha de frutas y hortalizas*.

bibliotecadigital.agronet.gov.co:<http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6755/1/067.pdf>

Martínez Bolaños, M., Nieto Angel, D., Téliz Ortiz, D., Rodríguez Alcazar, J., Martínez Damian, M.,

Vaquera Huerta, H., & Carrillo Mendoza, O. (2008). Comparación cualitativa de fresas

(*fragaria x ananassa duch.*) de cultivares mexicanos y estadounidenses. *Redalyc*, 14(2), 113-

119. <https://www.redalyc.org/pdf/609/60911556002.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social, R. N. (02 de 10 de 2013). *Reglamentos Técnicos para frutas*

y sus productos. Users: file:///C:/Users/PC/Downloads/norma.pdf

Moo Jung , K., Perkins, P., Guoying, M., & Fernández, G. (2015). *Shelf life and changes in phenolic*

compounds of organically grown blackberries during refrigerated storage.cabdirect.org:

<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153386319>

Moragas Encuentra, M., Valcárcel, S., & Chirapozu Mendibil, A. (1 de Enero de 2019). *NORMAS*

MICROBIOLÓGICAS DE LOS ALIMENTOS Y ASIMILADOS (superficies, aguas diferentes

de consumo, subproductos) Y OTROS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE INTERÉS

SANITARIO . analisisavanzados:

http://www.analisisavanzados.com/modules/mod_tecdata/manuales/Normas%20microbiologicas%20de%20los%20alimentos%20Enero%202019.pdf

Morales, M. (2011). Generalidades de la aplicación de películas y recubrimientos comestibles en la

cadena hortofrutícola [Monografía de Ingeniería, Universidad Autónoma Agraria Antonio

Narro]. [*Monografía de Ingeniería*]. Repositorio.uaaan. mx:8080.

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/12456789/74/6176s.pdf?sequence=1>

Muñoz Castillo, S. P., & Naranjo Landázuri, J. C. (2012). *Caracterización de las propiedades físico*

químicas y estudio de los atributos de calidad en el comportamiento pos cosecha de dos

variedades de frutilla (fragaria chiloensis) en la provincia de Imbabura [Tesis de ingeniería,

Universidad Técnica del Norte]. repositorio.utn.edu.ec.

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1968/1/03%20EIA%20321%20TESIS%20CARACTERIZACI%C3%93N.pdf>

NTC 4103, N. T. (16 de 04 de 1994). *FRUTAS FRESCAS. FRESA VARIEDAD CHANDLER.*

ESPECIFICACIONES. es.calameo.com: <https://es.calameo.com/>

- Orozco Silvas, E. (2017). *Elaboración y caracterización de películas de mucílago de nopal-pectina: efecto de la concentración del mucílago de nopal en las propiedades fisicoquímicas y mecánicas [Tesis de ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México]].* ri.uaemex.mx.
<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67766/Tesis%20Eli%20%283%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Osorio Chuquitarco , N. M., & Yáñez Ponce , M. E. (2018). *Obtención de un recubrimiento comestible a base de mucílago de nopal (opuntia spp.) y aceite esencial de romero (rosmarinus officinalis) [Tesis de ingeniería, Universidad Tecnica de Cotopaxi].* repositorio.utc.edu.ec. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5445/6/PC-000407.pdf>
- Ospina Meneses, S. M., & Cartagena Valenzuela, J. R. (2008). La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. *Redalyc*, 5(2), 112-123.
<https://www.redalyc.org/pdf/695/695502.pdf>
- Parzanese, M. (7 de Septiembre de 2015). *Tecnologías para la industria alimentaria: películas y recubrimientos comestibles.* alimentosargentinos.gob.a:
http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_07_PeliculaComestible.pdf
- Pazmiño Castro, A., Campuzano Vera, A., & Marín Morocho, K. (2020). Inhibición del crecimiento de Salmonella spp y Staphylococcus aureus por efecto del aceite esencial de orégano en una película biodegradable activa de ácido poliláctico. *Bases de la Ciencia*, 5(1), 41-50.
<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/download/2035/2614/>
- Pérez Guerrero , L. L. (2018). *Inducción de la floración en fresa (fragaria x ananassa) variedad albión, mediante la aplicación de extracto de sauce (salix humboldtiana) y agua de coco (cocos nucifera l) [Proyecto de ingeniería, Universidad Tecnica de Ambato].* repositorio.uta.edu.ec. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28651/1/Tesis-212%20%20Ingenier%C3%ADA%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20605.pdf>
- Quilo Inlago, N. R. (2016). *Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible con extracto de petróleo como agente antifúngico, en la conservación de fragaria vesca (frutilla)[Tesis de ingeniería, Universidad Técnica del Norte].* repositorio.utn.edu.ec.
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5315>
- Quintero, J., Falguera, V., & Muñoz, A. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Dialnet*, 5(1), 93-118.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3628239.pdf>

- Restrepo, A. M., Cortés, M., & Rojano, B. (2009). Determinación de la vida útil de la fresa (*Fragaria ananassa* Duch.) fortificada con vitamina E. *Redalyc*, 75(159), 163-175.
<https://www.redalyc.org/pdf/496/49611945018.pdf>
- Reyes, M. S. (2007). *Efecto de la variedad y del procesamiento sobre la vida útil de frutillas mínimamente procesadas*. unl.edu.ar:
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/51/TESIS%20COMPLETA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Robayo Garzón, D. C., & Salazar Reyes, J. A. (2018). *desarrollo de un recubrimiento comestible natural a base de mucílago de chía (salvia hispánica l) y aceite esencial de naranja (citrus × aurantium).* "[Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Cotopaxi]. repositorio.utc.edu.ec.
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5239/6/PC-000335.pdf>
- Rodríguez Rodríguez, D. A., Patiño Gutiérrez, M. d., & Miranda Lasprilla, D. (2005). Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.). *redalyc.org*, 58(2), 2837-2857. <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179914237004.pdf>
- Rodríguez Saucedo, E. N. (2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Redalyc*, 7(1), 153-170.
<https://www.redalyc.org/pdf/461/46116742014.pdf>
- Rojas Cairampoma, M. (2015). Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la. *redalyc*, 16(1), 1-14. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63638739004.pdf>
- Sáenz, C. (2006). *Utilización Agroindustrial del Nopal*. Food & Agriculture Org.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=llaxlnmJjFoC&oi=fnd&pg=PR11&dq=+nopal+&ots=AfG_yWEq5r&sig=tDYc-hr6eYEbb4AIJb4aBcLH6QM#v=onepage&q=nopal&f=false
- Sañay Ruiz, N. (2009). *Control de calidad de frutilla (fragaria vesca) deshidratada por método de microondas a tres potencias [Tesis de Ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]*. dspace.esPOCH.edu.ec/.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/209/1/56T00181.pdf>
- Salinas Salazar, V., Trejo Márquez, A., & Lira Vargas, A. (2015). Propiedades físicas, mecánicas y de barrera de películas comestibles a base de mucílago de nopal como alternativa para la aplicación en frutos. *redalyc*, 16(2), 193-198.
<https://www.redalyc.org/pdf/813/81343176007.pdf>
- Sánchez, G., & Rázuri, R. (2017). *Obtención de aceite esencial a partir de orégano (origanum vulgare l.) cultivado en la costa ecuatoriana y su evaluación como fitofármaco*[Tesis de ingeniería,

- Universidad de Guayaquil*]. repositorio.ug.edu.ec.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23028/1/BCIEQ-T-0230%20S%C3%A1nchez%20Toala%20Grace%20Elizabeth%3B%20R%C3%A1zuri%20Vera%20Ronald%20Erwin.pdf>
- Sanchez Vazquez, E. P. (2011). *Uso de cubiertas plásticas aplicadas en túneles bajos de producción de nopal verdura (opuntia ficus- indica) [Proyecto de ingeniería, Centro de Investigación de Química aplicada]*. ciqa.repositorioinstitucional.mx.
<https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/364/1/Erica%20Patricia%20Sanchez%20Vazquez.pdf>
- Solano Doblado, L. G., Alamilla Beltrán, L., & Jiménez Martínez, C. (2018). Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. *Scielo*, 21(2), 30-42.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2018000421203#B14
- Tirado, D., Montero, P., & Acevedo, D. (2015). Estudio Comparativo de Métodos Empleados para la Determinación de Humedad de Varias Matrices Alimentarias. *Scielo*, 26(2), 3-10.
<https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v26n2/art02.pdf>
- Torres Ponce , R. L., Morales Corral , D., Ballinas Casarrubias , M. M., & Nevárez Moorillón , G. V. (2016). El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia, alimentos y nutrición. *Redalyc*, 6(5), 1129-1142. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263139893015.pdf>
- Valencia Chamorro, S., & Torres Morales , J. (2016). Recubrimientos comestibles aplicados en productos de IV y V gamma. *Redalyc*, 17(2), 162-174.
<https://www.redalyc.org/pdf/813/81349041004.pdf>
- Valero Ubierna , C., & Ruiz Altisent, M. (07 de 1998). *EQUIPOS de MEDIDA de CALIDAD ORGANOLÉPTICA*. oa.upm.es: https://oa.upm.es/6393/1/Valero_79.pdf
- Vargas Cordero, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Redalyc*, 33(01), 155-165.
<https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Vargas Rodríguez, L., Arroyo Figueroa, G., Herrera Méndez, C. H., Pérez Nieto, A., García Vieyra, M. I., & Rodríguez Núñez, J. R. (2016). Propiedades físicas del mucílago de nopal. *Actauniversitaria*, 26(2), 8-11.
https://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/839/pdf_112
- Vélez Bravo, K. C. (2015). *Efecto de la aplicación de un recubrimiento a base de gelatina y ácido cítrico en la vida útil de las fresas (Fragaria Vesca L.)*[Tesis de ingeniería, Universidad Laica

Eloy Alfaro de Manabí]. repositorio.ulead.edu.ec. <https://1library.co/document/7qvk46gz-efecto-aplicacion-recubrimiento-gelatina-acido-citrico-fresas-fragaria.html>

Zavala Mendoza, E. (2012). *Optimización del proceso de extracción del mucílago de cinco especies de opuntia (l.) miller de michoacán [Tesis de maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]*. bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083.
http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/1996/FQB-M-2012-0025.pdf?sequence=1&isAllowed=y

15. ANEXOS

Anexo 1. Datos Recolectados

DATOS PERSONALES

Apellidos: Fernández Paredes

Nombres: Manuel Enrique

Estado Civil: Casado

Cédula De Ciudadanía: 0501511604

Lugar y fecha de Nacimiento: Salcedo, 01 /01/1966

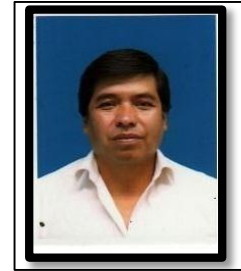
Dirección Domiciliaria: Avenida Jaime Mata/Barrio Chipalo

Teléfono Convencional: 03-2726060

Teléfono Celular: 0999921339

Correo electrónico: mfernandez@andinanet.net

manuel.fernandez@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT	CODIGO DEL REGISTRO SENESCYT
TERCER	INGENIERO EN ALIMENTOS	20/02/2016	1010-06-665530
CUARTO	MASTER EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN. MENSIÓN PLANEAMIENTO DE INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR	03/06/2003	1020-03-399388
CUARTO	MAGISTER EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS	2019-07-19	1010-2019-2097904

EXPERIENCIA PROFESIONAL

- Director/Decano de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales periodo 2000 – 2005
- Ayudante de Laboratorio en la Universidad Técnica de Ambato Facultad Ingeniería en Alimentos 1993
- Docente en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ingeniería Agroindustrial desde 1994 hasta la presente fecha
- Presidente del Consejo Nacional de Facultades Agropecuarias del Ecuador CONFCA septiembre 2002 – septiembre 2005
- Presidente del Sexto Foro Regional Andino Agropecuario y Rural Sede Bolivia

EVENTOS DE CAPACITACIÓN 2016

MÓDULOS APROBADOS EN MAESTRÍA DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

- ✓ Tecnología Alimentaria de Productos Agrícolas
- ✓ Aseguramiento de la Calidad
- ✓ Nutrición Dietética
- ✓ Toxicología de Alimentos
- ✓ Tecnología de Envases y Embalajes
- ✓ Seguridad Alimentaria

INVESTIGACIONES

- Elaboración de néctar de dos variedades de tuna (Opuntia ficus y Opuntia Boldinghii), utilizando dos antioxidantes (ácido ascórbico y meta bisulfito de sodio). Director de Tesis.
- Obtención de endulzante natural a base de jugo de agave (agave SPP), por evaporación a tres tiempos y tres temperaturas. Director de tesis.
- Determinación del tiempo de conservación de la pulpa de pitahaya oriental, utilizando tres temperaturas y tres tipos de conservantes. Director de tesis

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- Consideraciones generales sobre el proceso de elaboración de silos
- Evaluación de la calidad nutritiva de un ensilado para la alimentación de ganado lechero a partir de los residuos provenientes del trillado de quinua (CHEMOPODIUM) Y Sangorache (AMARANTHUS HYBRIDUS. L)

- Efecto de bioproductos en la producción de *Phaseolus vulgaris* L. y *Arachis hipogea* L.

EXPERIENCIA ACADÉMICA

- Coordinador General del XII seminario de Sanidad Vegetal
- Presidente del Sexto Foro Regional Andino Agropecuario y Rural Sede Bolivia
- Certificado de Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la Industria Alimentaria.

CURSOS DE ACTUALIZACIÓN

- Certificado -agropecuaria medio ambiente y turismo 2019.Universidad Técnica de Cotopaxi junio 2019-19
- Certificado – expositor jornada de recuperación y conservación sustentable de suelo- ministerio de agricultura y ganadería Nov-2018
- Elaboración de proyectos de formato Semplades. Junio 2018
- Modelos pedagógicos de las carreras de CAREN. Marzo 2018
- Actualización de conocimientos CAREN. Marzo 2018
- La actualización de conocimiento de docentes. Septiembre 2017
- Fortalecimiento de la calidad de las funciones sustantivas de la UTC. Marzo 2017
- Seminario de inocuidad de alimentos agroindustrias. Enero 2017
- Capacitación de actualización docente CAREN. Abril 2017
- Higiene y manipulación de alimentos. Agosto 2017
- I Congreso internacional de investigación científica. Noviembre 2017

PONENCIAS

- Identificación. Dinámica poblacional de las moscas de la fruta e impacto productivo en la Provincia de Cotopaxi.

Fecha de ingreso a la UTC: Enero 1995

*Anexo 2. Hoja de Vida del Postulante 1***HOJA DE VIDA****DATOS PERSONALES****Apellidos:** Punina Caiza**Nombres:** Nelly Mercedes**Estado civil:** Soltera**Nacionalidad:** Ecuatoriana**Cédula de ciudadanía:** 1804774600**Lugar y fecha de nacimiento:** Ambato 08 de diciembre de 1993**Dirección domiciliaria:** Parroquia Santa Rosa . Barrio 1 de Enero**Teléfono convencional:** (03) 2755763**Teléfono celular:** 0979382689**Correo electrónico:** nelly.punina6700@utc.edu.ec**ESTUDIOS REALIZADOS****Primaria:** Escuela Cesar Silva**Dirección:** Ambato**Secundaria:** Instituto Tecnológico Superior Juan Francisco Montalvo**Dirección:** Ambato**Superior:** Universidad Técnica de Cotopaxi**Idiomas:** Suficiencia en ingles B1**CURSO O SEMINARIOS REALIZADOS**

- II Seminario Internacional Agroindustrial “DESAFÍOS EN NUESTRA REGIÓN EN PROCESOS TECNOLÓGICOS. DESARROLLO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN Y PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS”

- Seminario en línea sobre la “APLICACIÓN DE LOS MUCÍLAGOS EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO - DIFUSIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN”
- I Congreso Binacional Ecuador - Perú “AGROPECUARIA, MEDIO AMBIENTE Y TURISMO 2019”

*Anexo 3. Hoja de Vida del Postulante 2***HOJA DE VIDA****DATOS PERSONALES****Apellidos:** Ulcuango Tuquerres**Nombres:** Rovinson Byron**Estado civil:** Soltero**Nacionalidad:** Ecuatoriana**Cédula de ciudadanía:** 1726114596**Lugar y fecha de nacimiento:** Quito Gonzáles Suarez 04 de Octubre de 1998**Dirección domiciliaria:** Cayambe . Parroquia Ayora Barrio 23 de Julio**Teléfono celular:** 0995484044**Correo electrónico:** rovinson.ulcuango4596@utc.edu.ec**ESTUDIOS REALIZADOS****Primaria:** Escuela de Educación Básica Simón Bolívar**Dirección:** Cayambe**Secundaria:** Unidad Educativa “Nelson Torres”**Dirección:** Cayambe**Superior:** Universidad Técnica de Cotopaxi**Idiomas:** Suficiencia en ingles B1**CURSO O SEMINARIOS REALIZADOS**

- II Seminario Internacional Agroindustrial “DESAFÍOS EN NUESTRA REGIÓN EN PROCESOS TECNOLÓGICOS, DESARROLLO E INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN Y PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS”
- Seminario en línea sobre la “APLICACIÓN DE LOS MUCÍLAGOS EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO - DIFUSIÓN DEL PROYECTO DE

INVESTIGACIÓN”

- I Congreso Binacional Ecuador - Perú “AGROPECUARIA, MEDIO AMBIENTE Y TURISMO 2019”

Anexo 4. Análisis Microbiológico del Tratamiento Testigo



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-MI.58688b

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ULCUANGO ROBINSON
Dirección:	LATACUNGA
Teléfono:	099 548 4044

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	FRESAS		
Lote	---	Contenido Declarado:	100g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-01-18	Hora de Recepción	14:34:26
Fecha de Análisis:	2022-01-19	Fecha de Emisión:	2022-01-24
Material de Envase:	----		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS MICROBIOLOGÍA

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
RECUENTO DE AEROBIOS MESÓFILOS TOTALES	60	UFC/g	MMI-107	NTE INEN-ISO 4833:2021 / REP.
RECUENTO DE STAFILOCOCO AUREUS	<10	UFC/g	MMI-06	AOAC 2003.07/ Petrifilm
RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES	<10	UFC/g	MMI-108	NTE INEN-ISO 4832:2016/ REP.
RECUENTO DE MOHOS	80	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02/ Petrifilm
RECUENTO DE LEVADURAS	20	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02/ Petrifilm



JORGE ERAZO N50-109 Y HOMERO SALAS
La concepcion - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf. (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Anexo 5. Análisis Microbiológico del Mejor Tratamiento T2 (Mucílago de Nopal 2% Aceite Esencial de Orégano 1%.



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-MI.58688a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ULCUANGO ROBINSON
Dirección:	LATACUNGA
Teléfono:	099 548 4044

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	FRESAS (TRATAMIENTO TESTIGO)		
Lote	---	Contenido Declarado:	100g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-01-18	Hora de Recepción	14:34:26
Fecha de Análisis:	2022-01-19	Fecha de Emisión:	2022-01-24
Material de Envase:	-----		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS MICROBIOLOGÍA

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
RECuento DE AEROBIOS MESÓFILOS TOTALES	6.2 x 10 ²	UFC/g	MMI-107	NTE INEN-ISO 4833:2021 / REP.
RECuento DE STAFILOCOCO AUREUS	10	UFC/g	MMI-06	AOAC 2003.07/ Petrifilm
RECuento DE COLIFORMES TOTALES	10	UFC/g	MMI-108	NTE INEN-ISO 4832:2016/ REP.
RECuento DE MOHOS	1.3 x 10 ⁵	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02/ Petrifilm
RECuento DE LEVADURAS	6.0 x 10 ³	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02/ Petrifilm



JORGE ERAZO N50-109 Y HOMERO SALAS
La concepcion - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Anexo 6. Datos de Repetición I, Porcentaje de Pérdida de Peso.

Porcentaje de pérdida de peso					
Tratamientos	Días de tratamiento				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	2,45	20,12	49,02	74,98	14,66
T1 (a1b1)	2,38	11,56	18,02	22,32	5,43
T2 (a1b2)	2,28	11,41	17,74	22,01	5,34
T3 (a2b1)	2,28	11,67	18,43	23,11	5,55
T4 (a2b2)	2,33	11,69	18,67	23,48	5,62

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 7. Datos de Repetición II, Porcentaje de Pérdida de Peso.

Porcentaje de pérdida de peso					
Tratamientos	Días de tratamiento				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	2,38	19,92	48,97	75,09	14,64
T1 (a1b1)	2,34	11,49	18,08	22,41	5,43
T2 (a1b2)	2,31	11,36	17,82	22,11	5,36
T3 (a2b1)	2,29	11,58	18,56	23,17	5,56
T4 (a2b2)	2,35	11,73	18,7	23,54	5,63

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 8. Datos de Repetición III, Porcentaje de Pérdida de Peso.

Porcentaje de pérdida de peso					
Tratamientos	Días de tratamiento				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	2,41	20,01	49,09	74,93	14,64
T1 (a1b1)	2,38	11,69	17,97	22,29	5,43
T2 (a1b2)	2,29	11,34	17,67	22,19	5,35
T3 (a2b1)	2,28	11,61	18,48	23,15	5,55
T4 (a2b2)	2,33	11,7	18,6	23,51	5,61

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 9. Datos de Repetición I Potencial Hidrógeno (pH).

Potencial Hidrógeno (pH)					
Tratamientos	Días de tratamiento				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	3,63	3,79	3,97	4,42	1,58
T1 (a1b1)	3,61	3,77	3,91	4,03	1,53
T2 (a1b2)	3,62	3,75	3,84	3,97	1,52
T3 (a2b1)	3,64	3,77	3,92	4,01	1,53
T4 (a2b2)	3,63	3,78	3,91	3,99	1,53

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 10. Datos de Repetición II Potencial Hidrógeno (pH).

Potencial Hidrógeno (pH)					
Tratamientos	Días de tratamiento				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	3,6	3,68	4,01	4,63	1,59
T1 (a1b1)	3,62	3,71	3,84	4,01	1,52
T2 (a1b2)	3,64	3,69	3,77	3,92	1,50
T3 (a2b1)	3,61	3,73	3,86	4,06	1,53
T4 (a2b2)	3,6	3,9	3,93	4,03	1,55

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 11. Datos de Repetición III Potencial Hidrógeno (pH).

Potencial Hidrógeno (pH)					
Tratamientos	Días de tratamiento				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	3,65	3,8	4,22	4,52	1,62
T1 (a1b1)	3,6	3,75	3,86	4	1,52
T2 (a1b2)	3,61	3,73	3,81	3,89	1,50
T3 (a2b1)	3,6	3,72	3,89	4,08	1,53
T4 (a2b2)	3,64	3,8	3,95	4,05	1,54

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 12. Datos de Repetición I Sólidos Solubles (°Brix).

Sólidos solubles (°Brix)					
Tratamientos	Días de tratamiento				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	7,56	9,16	9,89	13,59	4,02
T1 (a1b1)	6,89	8,26	8,86	9,91	3,39
T2 (a1b2)	7,17	8,11	8,43	9,53	3,32
T3 (a2b1)	7,03	8,49	9,14	10,46	3,51
T4 (a2b2)	6,95	8,41	8,99	10,05	3,44

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 13. Datos de Repetición II Sólidos Solubles (°Brix).

Sólidos solubles (°Brix)					
Tratamientos	Días de tratamiento				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	7,16	9,06	9,95	13,84	4,00
T1 (a1b1)	7,39	8,31	8,86	9,73	3,43
T2 (a1b2)	7,57	8,16	8,45	9,45	3,36
T3 (a2b1)	7,23	8,34	9,48	10,07	3,51
T4 (a2b2)	7,45	8,32	9,05	10,14	3,50

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 14. Datos de Repetición III Sólidos Solubles (°Brix).

Sólidos solubles (°Brix)					
Tratamientos	Días de tratamiento				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	7,86	9,34	10,02	14,09	4,13
T1 (a1b1)	6,98	8,47	8,67	9,84	3,40
T2 (a1b2)	7,47	8,33	8,39	9,5	3,37
T3 (a2b1)	7,13	8,43	9,45	10,22	3,52
T4 (a2b2)	6,45	8,51	8,93	10,19	3,41

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 15. Datos de Repetición I Acidez Titulable.

Acidez titulable					
Tratamientos	Días de tratamiento				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	0,89	0,77	0,64	0,46	0,28
T1 (a1b1)	0,87	0,82	0,76	0,72	0,32
T2 (a1b2)	0,90	0,84	0,78	0,76	0,33
T3 (a2b1)	0,86	0,83	0,69	0,69	0,31
T4 (a2b2)	0,87	0,8	0,70	0,69	0,31

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 16. Datos de Repetición II Acidez Titulable.

Acidez titulable					
Tratamientos	Días de tratamiento				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	0,87	0,79	0,62	0,47	0,28
T1 (a1b1)	0,89	0,84	0,74	0,73	0,32
T2 (a1b2)	0,89	0,87	0,79	0,78	0,33
T3 (a2b1)	0,9	0,81	0,73	0,72	0,32
T4 (a2b2)	0,89	0,83	0,72	0,72	0,32

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 17. Datos de Repetición III Acidez Titulable.

Acidez titulable					
Tratamientos	Días de tratamiento				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	0,9	0,8	0,61	0,46	0,28
T1 (a1b1)	0,88	0,83	0,74	0,71	0,32
T2 (a1b2)	0,87	0,85	0,77	0,76	0,33
T3 (a2b1)	0,89	0,85	0,71	0,68	0,31
T4 (a2b2)	0,87	0,82	0,73	0,68	0,31

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 18. Datos de Repetición I Porcentaje de Humedad.

Porcentaje de humedad					
Tratamientos	Días de tratamiento				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	88,43	85,83	81,15	75,49	82,73
T1 (a1b1)	89,28	88,56	88,45	88,03	88,58
T2 (a1b2)	89,34	89,13	88,8	88,36	88,91
T3 (a2b1)	88,77	88,33	88,19	87,87	88,29
T4 (a2b2)	88,73	88,67	88,16	87,78	88,34

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 19. Datos de Repetición II Porcentaje de Humedad.

Porcentaje de humedad					
Tratamientos	Días de tratamiento				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	88,41	85,88	81,27	75,38	82,74
T1 (a1b1)	89,32	88,49	88,42	88,11	88,59
T2 (a1b2)	89,31	89,1	88,8	88,37	88,90
T3 (a2b1)	88,75	88,39	88,14	87,97	88,31
T4 (a2b2)	88,75	88,69	88,14	87,75	88,33

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 20. Datos de Repetición III Porcentaje de Humedad.

Porcentaje de humedad					
Tratamientos	Días de tratamiento				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	88,4	85,93	81,21	75,29	82,71
T1 (a1b1)	89,22	88,54	88,45	88,13	88,59
T2 (a1b2)	89,28	89,07	88,78	88,36	88,87
T3 (a2b1)	88,73	88,29	88,27	87,99	88,32
T4 (a2b2)	88,68	88,65	88,15	87,75	88,31

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 21. Datos de Repetición I Determinación de Textura (N).

Determinación de textura (N)					
Tratamientos	Días				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	1,92	1,53	1,24	0,89	1,40
T1 (a1b1)	1,92	1,75	1,53	1,14	1,59
T2 (a1b2)	1,93	1,76	1,57	1,09	1,59
T3 (a2b1)	1,89	1,71	1,52	1,04	1,54
T4 (a2b2)	1,91	1,71	1,51	1,07	1,55

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 22. Datos de Repetición II Determinación de Textura (N).

Determinación de textura (N)					
Tratamientos	Días				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	1,87	1,61	1,28	0,93	1,42
T1 (a1b1)	1,89	1,73	1,55	1,07	1,56
T2 (a1b2)	1,91	1,78	1,59	1,13	1,60
T3 (a2b1)	1,9	1,74	1,5	1,05	1,55
T4 (a2b2)	1,89	1,75	1,55	1,08	1,57

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 23. Datos de Repetición III Determinación de Textura (N).

Determinación de textura (N)					
Tratamientos	Días				Promedio
	1	4	7	10	
T0 (Testigo)	1,92	1,63	1,33	0,91	1,45
T1 (a1b1)	1,91	1,76	1,5	1,12	1,57
T2 (a1b2)	1,9	1,8	1,61	1,11	1,61
T3 (a2b1)	1,92	1,75	1,49	1,02	1,55
T4 (a2b2)	1,91	1,7	1,53	1,04	1,55

Elaborado por: (Punina N. & Ulcuango R.)

Anexo 24. Aval del Traductor



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 de investigación al idioma Inglés cuyo título versa: “**APLICACIÓN DE UNA PELÍCULA COMESTIBLE A BASE DE MUCÍLAGO DE NOPAL Y ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO EN LA CONSERVACIÓN POSCOSECHA DE LA FRESA (*Fragaria x ananassa*)**” presentado por **Punina Caiza Nelly Mercedes** y **Ulcungo Tuquerres Rovinson Byron** estudiantes de la carrera de **Agroindustria** perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, 28 de marzo del 2022.

Atentamente,



EDISON MARCELO
PACHECO PRUNA

Lic. Edison Marcelo Pacheco Pruna Mg.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050261735-0



CENTRO
DE IDIOMAS