



PORTADA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA

**Efecto de recubrimientos comestibles en la calidad del fruto de la
fresa**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

Autora: Torosina Bastidas Marjorie Yadira

Tutor: Dobronski Arcos Jorge Enrique

Cevallos – Ecuador

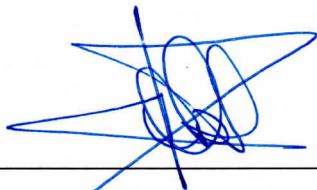
2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema: **“Efecto de recubrimientos comestibles en la calidad del fruto de la fresa”** de la alumna Torosina Bastidas Marjorie Yadira, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo, expongo que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado en su totalidad, el mismo que responde a las normas establecidas en el **Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato**.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para ser sometido a la evaluación de los profesores calificadores designados por **Consejo Directivo de la Facultad**.

Cevallos, junio 2026

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the left, positioned above a horizontal line.

Ing. Dobronski Arcos Jorge Enrique

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, **Torosina Bastidas Marjorie Yadira**, portadora de la cédula de ciudadanía N.º **1803898822**, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: **“Efecto de recubrimientos comestibles en la calidad del fruto de la fresa”** es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi exclusiva responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

Cevallos, junio 2026



Torosina Bastidas Marjorie Yadira

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación **“Efecto de recubrimientos comestibles en la calidad del fruto de la fresa”** como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad. Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial. Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autora, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

Cevallos, junio 2026

Torosina Bastidas Marjorie Yadir

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el Trabajo de Titulación, **“Efecto de recubrimientos comestibles en la calidad del fruto de la fresa”** Torosina Bastidas Marjorie Yadira, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de conformidad con el Reglamento para la Titulación de Grado para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, una vez revisado y calificado

Cevallos, junio 2026

REVISADO POR

Ing. Dobronski Arcos Jorge Enrique, Mg

TUTOR

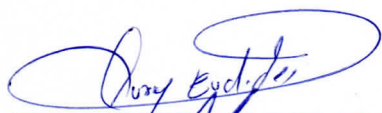
APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

Para constancia firman:



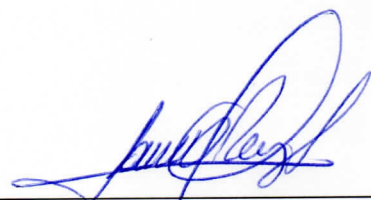
Ing. Vásquez Freytez Carlos Luis, PhD

PRESIDENTE



Ing. Curay Quispe Segundo
Euclides, PhD

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Pérez Salinas Marco
Oswaldo, PhD

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

DEDICATORIA

Dedico cada uno de mis logros y alegrías a mis perritos. A mi amada Leidy, quien ahora cuida mis pasos desde el otro lado del arcoíris y a mis pequeños Akamaru, Kaory y Orejitas quienes con su amor incondicional se convirtieron en mi único refugio y en la razón absoluta para no renunciar a mi vida.

Torosina Bastidas Marjorie Yadira

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente al Ing. Jorge Enrique Dobronski Arcos, mi tutor de tesis por su guía indispensable no solo en este proyecto, sino a lo largo de gran parte de mi etapa universitaria, gracias por impartir sus cátedras con total amabilidad, respeto y vocación, su calidad humana y como docente han sido un apoyo fundamental en mi formación.

Al Ing. Walter Moreno por su valioso acompañamiento y orientación durante todo el desarrollo práctico y metodológico de esta investigación, de igual manera expreso mi gratitud a la Ing. Vanesa Frutos por su guía, apoyo y paciencia en este proceso.

Al Ing. Luciano Valle por su ayuda y sobre todo por su gran calidad humana y amabilidad lo que le convierten en un docente admirable, compartiendo esa misma calidez en el trato que caracterizó la guía de mi tutor de tesis.

Le estoy muy agradecida a mi hermana Jennifer Torosina y a mi cuñado Daniel Lescano, quienes fueron mis ayudantes en la elaboración del mucílago empleado en este proyecto de investigación, así como en la toma de datos, además de brindarme su ayuda en semestres anteriores en las labores de campo.

A mis tíos Narcisa Bastidas, Soledad Bastidas y Alejandro Proaño, por el valioso respaldo brindado en el día a día durante toda mi etapa universitaria.

A Estefanía Guambo e Ismael García por ser un soporte fundamental e incondicional en esta etapa; gracias por su valiosa

y entrañable compañía en la universidad, por compartir conmigo tantas alegrías, días pesados y por su ayuda constante tanto en lo académico como en el cuidado de mis perritos. Su amistad ha sido un verdadero refugio.

A Maité Gavilánez, Catherin Chasi, Luz Núñez y Noemí Villalva por el constante apoyo mutuo brindado para culminar con éxito este último tramo de la carrera, gracias por las largas jornadas de estudio y por sumar positivamente en cada momento de mi universitaria.

Un agradecimiento muy especial y afectuoso a mis fieles amigos de cuatro patas de la facultad: Bolita de Queso, Tito, Blanquita, Josesito, Avellana, Blanco y a todos aquellos perritos comunitarios que me acompañaron en las jornadas de campo, compartieron su tiempo conmigo y llenaron de ternura los momentos de soledad.

Finalmente, agradezco a todos los profesores, compañeros y amigos que, con amabilidad y generosidad, se tomaron el tiempo de explicarme algo o compartieron conmigo lágrimas, alegrías y días pesados durante toda la carrera universitaria.

Torosina Bastidas Marjorie Yadira

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	xi
ABSTRAC	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.-	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Antecedentes Investigativos.....	3
1.2 Fundamentación teórica	5
1.2.1. Cosecha	5
1.2.2. Post cosecha	5
1.2.3. La fresa	6
1.2.4. Taxonomía: Fresa.....	6
1.2.5. Recubrimientos comestibles	6
1.2.6. Almidón de yuca.....	7
1.2.7. Mucílago de linaza.....	7

1.2.8.	Glicerina	7
1.3	Objetivos	8
1.3.1.	Objetivo general	8
1.3.2.	Objetivos específicos.....	8
CAPÍTULO II.-		9
METODOLOGÍA		9
2.1.	Ubicación del experimento	9
2.2.	Tipo de investigación.....	9
2.3.	Equipos y Materiales	9
2.3.1.	Equipos	9
2.3.2.	Materiales	10
2.4.	Factores de estudio	10
2.4.1.	Hipótesis.....	10
2.4.2.	Tratamientos y estructura experimental.....	11
2.4.3.	Variables.....	11
2.4.4.	Diseño experimental	12
2.5.	Manejo del experimento.....	12
2.5.1.	Cosecha y clasificación	12
2.5.2.	Lavado, desinfección y secado	13
2.5.3.	Elaboración del recubrimiento.....	14

2.5.4.	Recubrimientos	14
2.5.5.	Aplicación de los recubrimientos	15
2.6	Registro de información	15
2.6.1.	Pérdida de peso.....	15
2.6.2.	pH	16
2.6.3	Sólidos solubles totales (grados Brix).....	16
2.6.4.	Pérdida de firmeza	17
2.6.5.	Porcentaje de frutos contaminados	17
CAPÍTULO III.-.....		18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		18
3.1.	Peso del fruto	18
3.2.	pH	20
3.3.	Sólidos solubles (Brix)	21
3.4.	Pérdida de Firmeza.....	22
3.5.	Porcentaje de contaminación.....	23
CAPÍTULO IV		26
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		26
4.1	Conclusiones	26
4.2	Recomendaciones	26
BIBLIOGRAFÍA		28

Anexos	35
--------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Taxonomía de la fresa</i>	6
Tabla 2. <i>Tratamiento y Estructura experimental</i>	11
Tabla 3. <i>Índices de madurez de la fresa basados en la coloración de la superficie</i> .	13
Tabla 4. <i>Calidad de la fruta según los Grados Brix</i>	16
Tabla 5. <i>Peso del fruto</i>	18
Tabla 6. <i>Grados Brix</i>	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Índices de madurez de la fresa basados en la coloración de la superficie</i>	13
Figura 2. <i>Porcentaje de contaminación</i>	24

RESUMEN

La fresa es un fruto que presenta alta sensibilidad al deterioro durante su almacenamiento en postcosecha, lo que reduce su vida útil y afecta su comercialización. Por ello, el presente estudio se plantea como objetivo evaluar el uso de distintos recubrimientos biodegradables para combatir la pérdida postcosecha de este fruto. La investigación se llevó a cabo bajo un enfoque cuantitativo con diseño experimental completamente al azar que empleó seis formulaciones de mucílago de linaza y almidón de yuca, combinados con agua y glicerina, conjunto a un testigo sin recubrimiento. El experimento recopiló datos en los días 1, 5 y 8 para las variables peso, pH, sólidos solubles totales (°Brix), firmeza y porcentaje de contaminación por patógenos, utilizando análisis de varianza y prueba de Tukey al 5% para comparar tratamientos. Los resultados mostraron que los recubrimientos elaborados con mucílago de linaza influyen en el proceso de conservación, provocando un comportamiento más estable en el peso, firmeza y °Brix, mientras que los tratamientos con almidón de yuca presentaron mayores incrementos de °Brix y mayores pérdidas de peso, lo que sugiere una menor capacidad para controlar la pérdida de humedad durante el almacenamiento poscosecha. Aunque todos los tratamientos presentaron porcentajes de frutos contaminados, el tratamiento de mucílago de linaza con glicerina mostró el menor porcentaje de contaminación por patógenos en comparación con otros tratamientos y el testigo. Por lo tanto, se concluye que las formulaciones con mucílago de linaza y glicerina tienen el potencial de mejorar las condiciones de almacenamiento postcosecha de la fresa.

Descriptores: Mucílago de Linaza, Recubrimiento Comestible, Conservación Postcosecha

ABSTRAC

Strawberries are a fruit highly susceptible to deterioration during post-harvest storage, which reduces their shelf life and negatively impacts their marketability. Therefore, this study aims to evaluate the use of different biodegradable coatings to combat post-harvest losses in this fruit. The research was conducted using a quantitative approach with a completely randomized experimental design. Six formulations of linseed mucilage and cassava starch, combined with water and glycerin, were tested, along with an uncoated control. Data were collected on days 1, 5, and 8 to the variables weight, pH, total soluble solids (°Brix), firmness, and percentage of pathogen contamination. Analysis of variance and Tukey's test at the 5% significance level were used to compare treatments. The results showed that coatings made with linseed mucilage influence the preservation process, resulting in more stable weight, firmness, and °Brix, while treatments with cassava starch showed greater increases in °Brix and greater weight loss, suggesting a reduced capacity to control moisture loss during postharvest storage. Although all treatments showed some contaminated fruit, the linseed mucilage treatment with glycerin showed the lowest percentage of pathogen contamination compared to the other treatments and the control. Therefore, it is concluded that formulations with linseed mucilage and glycerin have the potential to improve the postharvest storage conditions of strawberries.

Keywords: Flaxseed Mucilage, Edible Coating, Postharvest Preservation.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la pérdida y el desperdicio de alimentos constituyen ejes críticos que impactan negativamente en la emisión de gases de efecto invernadero. A nivel global, se estima un desperdicio anual de 931 millones de toneladas, lo cual repercute directamente en la gestión de desechos en países en vías de desarrollo como el Ecuador (**Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2021**); asimismo, esta problemática representa una amenaza directa para la seguridad alimentaria.

La fresa es un fruto de gran demanda e importancia económica lo cual se demuestra de acuerdo con los datos de producción tomados en el año 2023 (**Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura [FAOSTAT], 2023**) en este periodo lideran la producción países como China Continental con 4,209,269.86 toneladas, le secunda Estados Unidos de América con 1,250,100 toneladas y Egipto con una producción de 731,144.93 toneladas. Sin embargo, pese a los masivos volúmenes en la producción se sigue enfrentando ante la problemática de grandes pérdidas post cosecha debido a lo susceptible que es este fruto ante el deterioro microbiano.

En nuestro país el sector agrícola es una pieza fundamental de nuestra economía, puesto que representó una expansión del 0.2% al Valor Agregado Bruto (VAB) para el año 2023, esto según el **Ministerio de Agricultura y Ganadería ([MAG], 2023)** y **Guzmán (2018)**, lo que implica buscar mejoras para así potenciar la competitividad agrícola que debido a la vulnerabilidad en post cosecha se ha visto limitada, promoviendo así iniciativas que solucionen o mitiguen estas problemáticas.

Las principales problemáticas a la que se enfrenta la fresa una vez cosechada es el ataque de patógenos principalmente de *Botrytis cinerea*, además de la deshidratación y pérdida de turgencia, las pérdidas pueden llegar a representar hasta un 50% de la producción, esto representa una limitación para los agricultores al momento de buscar incrementar sus ingresos (**Giménez et al., 2021**).

La provincia de Tungurahua cuenta con una superficie de 18,904 hectáreas destinadas a la producción agrícola, por ende, se ha convertido en un aporte económico importante (**Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2021**). Por esta razón, surge la necesidad de enfocarse en aplicar técnicas de conservación post cosecha como el uso de recubrimientos comestibles que permitan mantener durante más tiempo la calidad y vida útil de la fresa evitando la rápida maduración y deterioro a causa de patógenos, de manera que el recubrimiento actúa como barrera por tanto al aislar a la fruta evita que se produzcan condiciones que ocasionen la proliferación de hongos (**Tapia, 2024; Trejo-Márquez *et al.*, 2007**).

CAPÍTULO I.-

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Pantoja y Potosí (2020), en su trabajo investigativo, evaluaron la mitigación de pérdidas post cosecha mediante recubrimientos comestibles a través de la obtención de almidón usando los desechos de papa, empleando la técnica de gelatinización, que permitió formular recubrimientos en concentraciones distintas junto con extractos acuosos. Los resultados demostraron una conservación del fruto de hasta seis días de diferencia en comparación con el grupo sin recubrimiento; en conclusión, el uso de estos recubrimientos resulta eficaz, dado que mantienen la turgencia y retrasa el deterioro microbiano. El aporte principal de este antecedente se encuentra en la forma innovadora y de muy bajo impacto ambiental en que usa los residuos de la papa empleándolos para alargar la vida en percha de un fruto altamente perecedero.

La pérdida post cosecha de fresa en la provincia de Tungurahua representa una problemática importante; por ello **Ramos (2024)** en su proyecto de investigación, se planteó como objetivo primordial evaluar recubrimientos comestibles bajo atmósferas controladas. La metodología consistió en la aplicación de tres dosis en combinación de dos empaques distintos; como resultado, obtuvo menor pérdida post cosecha, puesto que consiguió once días permanencia y vida útil en comparación con las que no llevan este tipo de recubrimiento ni envasado. Concluyó que las barreras comestibles retrasaron la maduración y redujeron el ataque de patógenos en conjunto con la atmósfera adecuada.

La conservación post cosecha enfrenta un desafío; por ello, el trabajo investigativo realizado por **Iza Iza (2020)** se enfocó en evaluar cómo influyen los recubrimientos comestibles como la miel, zumo de limón y una combinación de ambos, aplicados en la fresa *var. diamante* mediante inmersión a tres tiempos. Los resultados que obtuvo demostraron que el recubrimiento con mejores resultados fue la miel, durante un tiempo de tres minutos; de tal modo que consiguió demostrar que los compuestos

naturales pueden ejercer como una especie de barrera protectora que retrasa la senescencia y ayuda a conservar la firmeza del fruto.

Mora (2022), en su investigación, tuvo como objetivo elaborar y comparar recubrimientos comestibles; la metodología que empleó la autora se basó en diseñar y encontrar la fórmula adecuada a base de nopal, aceite esencia y pectinas de naranja, aplicándolas mediante inmersión para, posteriormente, someter a la fruta a una evaluación de parámetros de calidad. Obteniendo como resultado alargar la vida en percha de la fresa por hasta siete días; se concluyó que el uso de esta fórmula actúa como barrera microbiana y para pérdida de turgencia. El aporte primordial de este trabajo investigativo es el aprovechamiento de subproductos vegetales como una opción más sostenible.

Zambrano (2021), en su investigación, tuvo como objetivo principal reducir la susceptibilidad de la fresa mediante el uso de recubrimientos comestibles a base de harina formulada con los residuos del plátano y aloe vera, siendo evaluados desde el punto de vista del consumidor. La metodología se estableció combinando el gel de aloe vera con la harina a base de cáscara de plátano para obtener distintos tratamientos; obtuvo, así, como resultado una prolongación de calidad y vida útil de más de diez días en comparación con las fresas a las cuales no se les aplicó ningún tratamiento, en conclusión, el uso de este recubrimiento comestible favorece en la protección de la fresa, ayudando a reducir las pérdidas post cosecha.

Según **Rivadeneira Barcia *et al.*, (2025)**, en su estudio tuvo como objetivo alargar la vida en percha de la piña mediante el análisis de sus propiedades físicas y químicas así como microbiológicas y sensoriales por un periodo de 15 días en un ambiente controlado, empleando un recubrimiento comestible a base de harina de cáscara de plátano y ácido cítrico; los resultados que obtuvo indicaron que el tratamiento en el que empleo una concentración mayor ayudo a mitigar en mayor medida la deshidratación del fruto y postergó la aparición de poblaciones microbianas; se concluyó que el uso de recubrimientos comestibles consiguió alargar la vida en percha de la piña en comparación con la que no se le aplicó el recubrimiento.

Krishnan *et al.*, (2025) en su estudio analizó el desarrollo de los recubrimientos comestibles y su eficiencia en la preservación post cosecha, la metodología que empleo se basó principalmente al sumarle aditivos a los recubrimientos a base de biopolímeros y de esta manera pudo evaluar las propiedades de estos recubrimientos mejorados, los resultados que obtuvo demostraron que pese a que los biopolímeros si actúan como barreras carecen de propiedades suficientes que le permitan reducir o limitar el crecimiento microbiano, el autor pudo concluir que los recubrimientos comestibles con la implementación de mejoras son una opción que ayuda a mitigar el impacto ambiental, además son una opción viable para alargar la vida útil.

1.2 Fundamentación teórica

1.2.1. Cosecha

Esta etapa es el componente final tras todo un proceso productivo que comprende todo el manejo previo del cultivo, esta fase tiene gran relevancia ya que nos permite conseguir los frutos de una calidad idónea, la recolección de los frutos debe acomodarse al cultivo y su fisiología de modo que posibilite potenciar y conservar características como su olor, sabor y firmeza, tener un adecuado manejo en esta etapa es crucial porque impacta en la vida útil del mismo (**Kirschbaum, 2022**).

1.2.2. Post cosecha

La post cosecha comprende la etapa siguiente a la cosecha, la cual es un periodo de suma importancia debido a que es en esta etapa donde tienen lugar varios de los cambios tanto fisiológicos como los cambios bioquímicos que ocurren en los frutos, ya que involucran la maduración; la fresa que es en gran medida más susceptible a la descomposición por lo tanto el tener una comprensión y entendimiento sobre cómo se encuentra estructurado, su fisiología y los procesos metabólicos nos permite buscar y encontrar la forma más adecuada para conservar la calidad y alargar la vida útil (**Martínez González *et al.*, 2017**).

1.2.3. La fresa

La fresa (*Fragaria ananassa*) de acuerdo a su taxonomía es perteneciente a la familia de las Rosaceas y al género *Fragaria*, este es uno de los frutos que más demanda tiene a nivel mundial debido a las cualidades que posee tales como su color, su sabor y su aroma, además de ser altamente rico en antioxidantes; Ecuador no es la excepción, pero a diferencia de otros países el nuestro goza de ventajas tanto geográficas como climáticas que nos permiten mantener una producción durante todo el año, favoreciendo así la exportación puesto que este cultivo demanda de una temperatura óptima que oscila entre los 15 a 18°C en el día y una temperatura nocturna que va de los 8 a 10°C, la fresa se desarrolla adecuadamente en una altitud que oscila entre los 1200 a 2600 msnm y se desarrolla mejor en suelos francos (Guzhñay, 2024).

1.2.4. Taxonomía: Fresa

Tabla 1.

Taxonomía de la fresa

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Subfamilia	Rosoideae
Género	<i>Fragaria</i>
Especie	<i>Ananassa</i>

Fuente: Díaz (2023).

1.2.5. Recubrimientos comestibles

Los recubrimientos comestibles son películas degradables biológicamente lo suficientemente finas que son capaces de aplicarse en la superficie de los frutos, estas

pueden proceder de biopolímeros, lípidos, proteínas, las cuales tienen como propósito alargar la vida en percha a través de la implementación de estas barreras cuya característica principal es la capacidad que poseen de mostrar semi permeabilidad (Hernández, 2022).

1.2.6. Almidón de yuca

El almidón de yuca es de fácil acceso y de bajo costo este se obtiene de la raíz de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) la cual pertenece a la familia de las euforbiáceas, químicamente se cataloga como un polisacárido el cual está conformado por monómeros de glucosa que se encuentran entrelazados; su estructura está dada por amilosa y amilopectinas las cuales establecen las características físicas y funcionales de los almidones (Vera Cuaces *et al.*, 2023).

1.2.7. Mucílago de linaza

El mucílago de linaza es un constituyente que deriva de las semillas de linaza (*Linum usitatissimum*) este se halla recubriendo a la semilla, es un disacárido que se encuentra formado de ramnosa y xilosa los cuales conforman parte de la estructura de la pared celular y se considera como una mezcla no homogénea de polisacáridos; sin embargo, también se incluyen dentro de su composición arabinosa, glucosa, galactosa, ácido galacturónico (Hernández, 2022).

1.2.8. Glicerina

La glicerina es un producto que carece de color y olor, además tiene la capacidad de retener humedad, este es un poliol simple, está estructurado molecularmente por tres grupos hidroxilos lo que le permite tener una alta polaridad y tener la capacidad de disolverse en el agua, es importante entender su composición química puesto que la glicerina en el trabajo investigativo actuará como un plastificante que al intercalar sus puentes de hidrógeno permite que el recubrimiento sea resistente y flexible (Vera Cuaces *et al.*, 2023).

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar el efecto de recubrimientos comestibles para evitar la pérdida en post cosecha del cultivo de fresa en la parroquia Totoras.

1.3.2. Objetivos específicos

Comprobar el efecto de la aplicación de recubrimientos comestibles en la calidad del fruto.

Determinar la influencia de los recubrimientos comestibles en la mitigación del ataque de patógenos.

CAPÍTULO II.-

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

El trabajo experimental se desarrolló en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias pertenecientes a la Universidad Técnica de Ambato, ubicado en el Campus Querochaca, cantón Cevallos. Por ende, según el sistema de posicionamiento global por sus siglas GPS se encuentra a 2,889 msnm con unas coordenadas geográficas que indican una latitud 1°22'11.86"S y una longitud 78°36'31.06"W (**Google Earth, 2026**).

Las fresas empleadas en este trabajo fueron cosechadas en condiciones de campo abierto en la parroquia Totoras del cantón Ambato de la provincia de Tungurahua, Ecuador. Correspondiente a un sistema de posicionamiento global que se encuentra a 2754 msnm, con unas coordenadas geográficas que indican una latitud 1°18'31"S y una longitud 78°36'40"W (**Getamap, 2026**).

2.2. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo cuantitativo, ya que se recolectan datos numéricos que serán sometidos a análisis estadístico. Además, es experimental, debido a que involucra la manipulación de variables independientes, como las distintas concentraciones de los recubrimientos, de tal forma que se logre visualizar el impacto directo sobre las variables dependientes.

2.3. Equipos y Materiales

2.3.1. Equipos

Balanza digital

Termómetro digital

Estufa

Rejilla

Penetrómetro

Agitador magnético
Potenciómetro
Cámara fotográfica
Vaso de precipitado graduado
Cedazo
Refrigerador

2.3.2. Materiales

Fruto: Fresa var. Albion
Tabla de índice de madurez
Contenedores
Agua purificada
Agua destilada
Balde
Papel encerado
Medias nylon
Semillas de linaza
Almidón de yuca
Rotulador
Etiquetas
Ácido hipocloroso
Papel encerado
Bandejas de aluminio
Contenedores plásticos

2.4. Factores de estudio

2.4.1. Hipótesis

2.4.1.1. Hipótesis Alternativa

La aplicación de recubrimientos comestibles a base de mucílago de linaza y almidón de yuca mantiene la calidad y vida útil de la fresa evitando la rápida maduración.

2.4.1.2. Hipótesis Nula

La aplicación de recubrimientos comestibles a base de mucílago de linaza y almidón de yuca no mantiene la calidad y vida útil de la fresa evitando la rápida maduración.

2.4.2. Tratamientos y estructura experimental

Tabla 2.

Tratamiento y Estructura experimental

Tratamiento	Símbolo	Composición del Recubrimiento	Repeticiones
T1	T0	Testigo (Fruta sin tratamiento)	3
T2	P1D1	6 g de mucílago de Linaza + 600 ml de agua	3
T3	P1D1G1	6 g de mucílago de Linaza + 600 ml de agua + 6 ml de Glicerina	3
T4	P1D2	15 g de mucílago de Linaza + 800 ml de agua	3
T5	P1D2G1	15 g de mucílago de Linaza + 800 ml de agua + 6ml Glicerina	3
T6	P2D3	2 g de Almidón de yuca + 600 ml de agua	3
T7	P2D3G1	2 g de Almidón de yuca + 600 ml de agua + 6ml Glicerina	3
Total			21

2.4.3. Variables

2.4.3.1. Variable independiente

Mucílago de Linaza (6 g) con agua (600 ml)

Mucílago de Linaza (6 g) con agua (600 ml) y Glicerina (6 ml)

Mucílago de Linaza (15 g) con agua (800 ml)

Mucílago de Linaza (15 g) con agua (800 ml) y Glicerina (6 ml)

Almidón de yuca (2 g) con agua (600 ml)

Almidón de yuca (2 g) con agua (600 ml) y Glicerina (6 ml)

2.4.3.2. *Variable dependiente*

Pérdida de firmeza

Peso del fruto

Sólidos solubles totales (grados Brix)

pH

Porcentaje de frutos contaminados

2.4.4. Diseño experimental

El trabajo de investigación se realizó empleando un Diseño Completamente al Azar (DCA), este diseño involucró siete tratamientos, correspondientes a las siete formulaciones distintas con un número de tres réplicas por tratamiento con un total de 21 unidades. Para el Análisis Estadístico, se utilizó un Análisis de Varianza de un Factor (ANOVA), con un nivel de significación del 0.05 para determinar si hay diferencias significativas en las medias de las variables dependientes, entre los tratamientos. Si la prueba ANOVA indicó diferencias significativas se aplicó la prueba de Tukey para identificar cuáles tratamientos fueron significativamente diferentes.

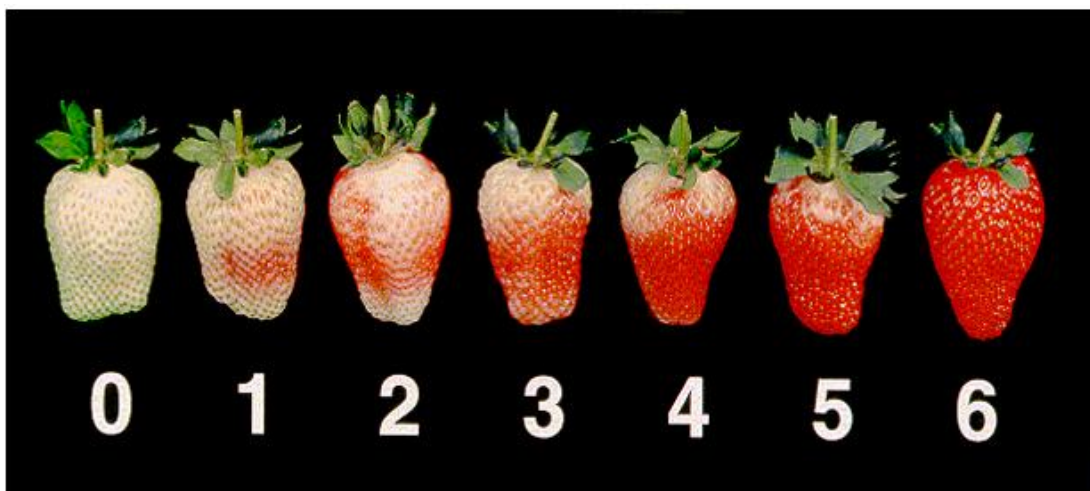
2.5. Manejo del experimento

2.5.1. Cosecha y clasificación

La cosecha de las fresas se realizó en horas de la mañana y los frutos recolectados se depositaron en baldes evitando realizar daños mecánicos, para el ensayo se seleccionaron frutos que se encuentren en índices de madurez cuatro, en los cuales la coloración rojiza alcanzó un 75% de la superficie de la fresa, esto debido a que suelen ser los índices comerciales.

Figura 1.

Índices de madurez de la fresa basados en la coloración de la superficie



Fuente: (Muñoz, 2012)

Tabla 3.

Índices de madurez de la fresa basados en la coloración de la superficie

Índices de madurez	Descripción Visual del Fruto
Índice de madurez 1 (Inmaduro)	Superficie del fruto completamente verde o blanca, sin pigmentación rosa.
Índice de madurez 2 (Pintón inicial)	Inicio de pigmentación rosada, cubriendo aproximadamente el 25% del fruto.
Índice de madurez 3 (Pintón avanzado)	Coloración rosa o roja que cubre entre el 50% y el 75% de la superficie.
Índice de madurez 4 (Comercial)	Color rojo brillante característico en el 75% al 90% del fruto.
Índice de madurez 5 (Consumo)	Color rojo intenso completo (100% de la superficie coloreada).
Índice de madurez 6 (Sobremaduro)	Color rojo oscuro, opaco y pérdida de brillo en la epidermis.

Fuente: (Muñoz, 2012)

2.5.2. Lavado, desinfección y secado

Los frutos fueron lavados en agua potable para eliminar impurezas superficiales; posteriormente, en un recipiente se colocó agua y se añadió el desinfectante para posteriormente sumergir los frutos durante cinco minutos y se enjuagaron para

eliminar los residuos de este. Finalmente, las fresas se secaron a temperatura ambiente..

2.5.3. Elaboración del recubrimiento

2.5.3.1. *Obtención del mucílago de linaza*

La obtención del mucílago de linaza se llevó a cabo mediante la selección y limpieza de semillas de linaza para su hidratación en agua durante 24 horas, proceso que permitió la liberación de los polisacáridos presentes en su cubierta externa. Para ello, se empleó 300 ml de agua destilada por cada 100 gr de semillas de linaza, para favorecer la extracción. Transcurrido este tiempo y cuando la preparación alcanzó una consistencia viscosa, se filtró el gel mucilaginoso con ayuda de una media nylon, con el fin de separar las semillas del extracto. Posteriormente, el extracto fue precipitado con etanol al 96% grado alimenticio, durante un tiempo de 30 minutos, para facilitar la separación de compuestos hidrosolubles y su purificación; finalizado ese tiempo, se volvió a filtrar con ayuda de coladores. La muestra de mucílago precipitado fue llevada a la estufa durante 12 horas a una temperatura que oscila entre los 45 a 60 grados centígrados. Una vez obtenido el mucílago seco se trituro en un mortero y se coló en un tamiz de 0.25 mm para homogenizar el tamaño de las partículas.

2.5.4. Recubrimientos

2.5.4.1. *Recubrimiento con mucílago de linaza*

Para la elaboración de los recubrimientos basados en mucílago de linaza, se emplearon volúmenes de 600 ml y 800 ml de agua destilada caliente a una temperatura de 60 °C por tratamiento de acuerdo con lo establecido. Se adicionó el mucilago paulatinamente, manteniéndose bajo agitación constante durante un periodo de 10 minutos hasta obtener una solución completamente homogénea y libre de grumos. En esta etapa, se adicionaron 6 ml de glicerina de acuerdo a las formulaciones respectivas de los tratamientos, agitar para asegurar una mezcla homogénea de la glicerina.

2.5.4.2. *Recubrimiento con almidón de yuca*

Se empleó almidón de yuca marca la original. Se adicionaron 600 ml de agua destilada y 2 g de almidón para cada tratamiento. El almidón se diluyó inicialmente en frío para,

posteriormente, ser sometido a calentamiento en una placa calefactora bajo agitación constante durante un periodo de 5 a 10 minutos a una temperatura de 75°C, hasta alcanzar la gelatinización de aspecto traslúcido. Para los tratamientos que se requería glicerina, se esperó a que la solución descendiera a 60°C y se añadió 6 ml.

2.5.5. Aplicación de los recubrimientos

Una vez preparados los recubrimientos por tratamiento, se consideró que la temperatura de cada recubrimiento se encuentre a 40 °C, a lo que se procedió a la inmersión de los frutos durante 30 segundos, los mismos que fueron desinfectados y secados.

2.5.5.1. Secado

Los frutos se dispusieron sobre una rejilla de grado alimenticio, evitando así el contacto entre los frutos para prevenir que se adhirieran. Este procedimiento facilitó el escurrido del excedente y aseguró la formación de una película protectora uniforme sobre la superficie de las fresas.

2.5.5.2. Almacenamiento

Una vez que los frutos estuvieron libres de excedentes y completamente secos, se procedió a su almacenamiento y etiquetado sobre bandejas plásticas a una temperatura ambiente.

2.6 Registro de información

De cada tratamiento de 90 frutos se tomaron al azar 3 frutos, de los cuales se registraron los datos en el día uno, cinco y ocho.

2.6.1. Pérdida de peso

La determinación del peso de los frutos se realizó en gramos (g) mediante el empleo de una balanza digital. Las lecturas correspondientes se efectuaron tras la aplicación de los tratamientos, registrando los datos de manera específica en el día uno, cinco y

ocho del periodo de almacenamiento, con la finalidad de evaluar la pérdida de masa de las frutillas con los diferentes tratamientos.

2.6.2. pH

Para evaluar el pH del fruto se empleó un medidor de pH. Por cada tratamiento se seleccionó 3 frutos, a los que se extrajo la pulpa de fresa para determinar el pH en el día uno, cinco y ocho.

2.6.3 Sólidos solubles totales (grados Brix)

Los sólidos solubles totales se evaluaron mediante el uso de un refractómetro, expresando los datos obtenidos en grados Brix durante el primero, quinto y octavo día. Para ello, se trituraron 3 frutos al azar correspondiente a cada uno de los tratamientos; adicionalmente, se utilizaron los datos (tabla 3) que incluye los grados Brix para determinar la calidad de frutas y vegetales (e-LABShop, 2024).

Tabla 4.

Calidad de la fruta según los Grados Brix

MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE LAS FRUTAS Y LOS VEGETALES CON EL REFRACTÓMETRO (% Sacarosa / Grados Brix)				
FRUTAS	POBRE	PROMEDIO	BUENO	EXCELENTE
Manzanas	6	10	14	18
Aguacates	4	6	8	10
Bananos	8	10	12	14
Melones	8	12	14	16
Casaba	8	10	12	14
Cerezas	6	8	14	16
Cocos	8	10	12	14
Uvas	8	12	16	20
Piñas	12	14	20	22
Pasas	60	70	75	80
Frambuesas	6	8	12	14

Fresas	6	10	14	16
Tomates	4	6	8	12

Fuente: e-LABShop (2024).

2.6.4. Pérdida de firmeza

Para evaluar la pérdida de la firmeza del fruto se usó un penetrómetro perforando en el centro del fruto. Los resultados se expresaron en kg/cm² y fueron tomados en el primero, quinto y octavo día tras la aplicación de los tratamientos, las lecturas de los datos fueron llevadas a cabo mediante la observación y medición de la resistencia de la pulpa con el fin de poder analizar de manera comparativa la pérdida de firmeza en los frutos que fueron sometidos a los diferentes tratamientos.

2.6.5. Porcentaje de frutos contaminados

En el día cinco, se contabilizó el número de frutos contaminados y se determinó el porcentaje de frutos buenos y malos de acuerdo con la fórmula propuesta por **Hernández-Adasme et al. (2023)**:

$$\text{Porcentaje de frutos contaminados} = \left(\frac{\text{Número de frutos contaminados}}{\text{Total de frutos evaluados}} \right) \times 100$$

CAPÍTULO III.-

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Peso del fruto

Tabla 5.

Peso del fruto

	Tratamiento	Día 1		Día 5		Día 8	
		Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango
T4	P1D2 (15 g de mucílago de linaza + 800 ml de agua)	25.02	A	17.39	A	14.56	A
T5	P1D2G1 (15 g de mucilago de linaza + 800 ml de agua + 6 ml de glicerina)	24.02	A	18.37	A	14.52	A
T2	P1D1 (6 g de mucílago de Linaza + 600 ml de agua)	22.38	A	16.26	A	12.74	A
T3	P1D1G1 (6 g de mucílago de Linaza + 600 ml de agua + 6 ml de Glicerina)	21.70	AB	16.41	A	13.65	A
T6	P2D3 (2 g de almidón de yuca + 600 ml de agua)	18.20	BC	12.20	B	7.38	B
T7	P2D3G1 (2 g de almidón de yuca + 600 ml de agua + 6 ml de glicerina)	15.92	C	9.59	BC	7.42	B
T1	T0 Testigo (Fruta sin tratamiento)	14.79	C	8.64	C	—	—

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey al 5% ($p > 0.05$). Coeficiente de variación: CV días 1 = 7.06 %; CV día 5 = 6.92 %; CV día 8 = 12.79 %.

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la prueba de Tukey al 5 % para la variable peso del fruto evaluada a los 1, 5 y 8 días de almacenamiento. Se evidenciaron diferencias estadísticas entre tratamientos en todos los periodos de evaluación, con un índice de variación del 7.06 %.

Al día 1, el tratamiento P1D2 registró la media más alta con 25.02 g, seguido de P1D2G1 con 24.02 g, mientras que el menor peso correspondió al testigo (T0) con 14.79 g.

A los 5 días, P1D2G1 presentó el promedio más alto con 18.37 g, seguido de P1D2 con 17.39 g; en contraste, el testigo mostró nuevamente el valor más bajo con 8.64 g.

A los 8 días, el tratamiento P1D2 mantuvo la media superior con 14.56 g, muy cercano a P1D2G1 con 14.52 g, mientras que los menores pesos se registraron en P2D3 y P2D3G1 con 7.38 g y 7.42 g, respectivamente. Las muestras para el testigo no llegaron al día 8, por lo tanto, no se presentan datos para este periodo.

De acuerdo con **Izi Izi (2020)**, los recubrimientos forman una película muy fina alrededor del fruto, lo que impide que se pierda el agua u oxígeno de la fresa, es decir, parte de los componentes que dan el peso a la fruta. Por ello, para que un recubrimiento sea más efectivo, debe mantener la elasticidad y permeabilidad para que el fruto pueda respirar, también debe tener la capacidad de retener el agua y evitar la pérdida de la firmeza.

Según **Hernández (2022)**, el mucílago de linaza está compuesto por una mezcla de polisacáridos que crean una especie de masa fibrosa compuesta por xilosa y ramnosa. **Bai et al., (2024)** añaden que los polisacáridos ricos en xilosa son más compactos, por lo que forman mejores barreras físicas que evitan la pérdida de agua; así la fresa se deshidrata menos y como consecuencia, pierde menos peso y se mantiene firme por más tiempo.

Por otro lado, **Vera Cuaces et al., (2023)** señalan que el almidón es un polisacárido natural que ayuda a la preservación de los alimentos; sin embargo, por sí solo, no es capaz de retener la humedad, por lo que requiere ser combinado con otros materiales como la glicerina, el sorbitol o el polietilenglicol, entre otros plastificantes.

Esto explica por qué los tratamientos que incluyen mucílago de linaza en combinación con glicerina fueron los que mayor efectividad tuvieron para mantener el peso de la fresa, mientras que los tratamientos que incluyen almidón de yuca fueron los que mayor peso perdieron al finalizar el experimento. Las muestras del testigo se deterioraron antes de llegar al octavo día, por lo que incluso los recubrimientos con

almidón de yuca representan una alternativa prometedora para la conservación de la fresa.

3.2. pH

En el anexo 2 se muestran los resultados de la prueba ANOVA para la variable pH evaluada durante los días 1, 5 y 8 de almacenamiento. El día 1 presentó un coeficiente de variación (CV) = 3.32 %, el día 3 un CV = 4.66 % y día 8 un CV = 4.87%. Aunque no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en ninguno de los periodos evaluados, si se presentaron diferencias descriptivas en los valores, especialmente en el día 8.

Al día 1, el tratamiento P1D2 alcanzó la media más alta con un valor de pH de 4.01, mientras que el testigo presentó el valor más bajo con 3.65. A los 5 días, el testigo registró el promedio más alto con 3.80, seguido de P1D2G1 y P1D1 con 3.66; por otro lado, el tratamiento P1D1G1 presentó el valor más bajo con 3.54. Finalmente, a los 8 días, el tratamiento P1D2G1 mostró el mayor valor de pH con 4.04, mientras que el menor promedio correspondió a P2D3G1 con 3.91; el testigo (T0) no tuvo datos en este día por el deterioro de los frutos de la muestra.

De acuerdo con **Guamán (2023)**, el pH inferior a 4.5 es adecuado como requisito fisio-químico para frutos y productos derivados, por lo tanto, todos los tratamientos, incluyendo el testigo, mantuvieron este requisito. Considerando este valor, se evidencia que los tratamientos con mucílago de linaza obtuvieron un pH más cercano al esperado, ya que, según **Laica Pilco (2020)**, el recubrimiento evita el intercambio gaseoso con el ambiente y así se evita la pérdida de compuestos internos que bajarían el pH de la fruta.

Al combinar el mucílago de linaza con otros materiales, como la glicerina, el recubrimiento conserva mejor las propiedades físicas y microbiológicas de las frutas, ya que el mucílago de linaza aporta resistencia y viscosidad, mientras que la glicerina actúa como estabilizante, evitando que la película se fracture o se vuelva demasiado alcalina (**Cruz, 2023**).

Cabe mencionar que, al inicio del experimento, el testigo mostró el pH más bajo, pero a los 5 días registró el valor más alto, por lo que ya no se dispuso de muestras para el octavo día. Este comportamiento se debe a los cambios naturales producidos

en la etapa de postcosecha, ya que, al no tener un recubrimiento, los frutos intercambian gases con el ambiente y empiezan a perder humedad, dándose el aumento del pH. Según **Al-Dairi *et al.*, (2024)**, este es el indicador clásico de senescencia, pues provoca una disminución en la acidez y da lugar a alteraciones metabólicas que provocan el deterioro del fruto.

3.3. Sólidos solubles (Brix)

Tabla 6.

Grados Brix

Tratamiento	Día 5		Día 8	
	Media	Rango	Media	Rango
P2D3	13.94	A	16.11	A
P2D3G1	13.00	AB	18.00	A
T0	12.76	AB	—	—
P1D1	10.82	ABC	11.31	B
P1D2	9.56	BC	10.69	B
P1D1G1	9.98	BC	11.43	B
P1D2G1	8.94	C	9.33	B

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey al 5% ($p > 0,05$). CV día 1 = 9,40%; CV día 5 = 11,07%; CV día 8 = 11,18%.

En la Tabla 5 se presentan los resultados de la prueba de Tukey al 5% para la variable sólidos solubles totales (°Brix) evaluada a los 1, 5 y 8 días.

Al día 1 no se evidenciaron diferencias estadísticas entre tratamientos, ya que todos se agruparon dentro del mismo rango de significancia. Considerando los rangos de **e-LABShop (2024)**, que se refieren exclusivamente al dulzor comercial los frutos mantuvieron una calidad promedio que no superó los 10.18°Brix.

A los 5 días se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos; P2D3 alcanzó el mayor promedio con 13.94°Brix, seguido de P2D3G1 con 13.00°Brix, valores que según **e-LABShop (2024)** corresponden a un buen dulzor comercial. Por el contrario, el tratamiento P1D2G1 registró el menor valor con 8.94°Brix, el cual se encuentra por debajo del promedio de dulzor comercial, según dicha escala. Sin embargo, este valor de sólidos solubles es favorable desde el punto de vista fitopatológico, ya que reduce la disponibilidad de azúcares que favorecen el desarrollo de patógenos.

A los 8 días, P2D3G1 presentó la media más alta con 18.00°Brix, seguido de P2D3 con 16.11°Brix, ambos considerados excelentes en términos de dulzor comercial según **e-LABShop (2024)**. En contraste, el tratamiento P1D2G1 obtuvo el valor más bajo con 9.33°Brix. Aunque este valor indica un dulzor comercial bajo según la escala de **e-LABShop (2024)**, representa una condición más favorable para reducir la susceptibilidad al ataque de patógenos, al mantener una menor concentración de azúcares fácilmente asimilables. Debido al deterioro de las muestras, el testigo (T0) no presentó registros a los 8 días.

Se evidencia que, entre los 5 a 8 días, los grados Brix aumentaron notablemente en los tratamientos con almidón de yuca, alcanzando los 18.00°Brix, mientras que las formulaciones con mucílago de linaza mantuvieron valores más bajos y estables, sin superar los 11.43°Brix.

Es importante considerar que los °Brix, por sí solos, no representan una mejor conservación de la fruta, ya que la concentración del azúcar puede aumentar cuando el fruto pierde agua, por lo que también indicaría una mayor deshidratación del fruto, alterando la apariencia y otras variables de conservación (**Ekanayake, 2023**).

En ese sentido, **Sapper y Chiralt (2018)** recalcan que los tratamientos que incluyen almidón de yuca no alcanzan a controlar bien la pérdida de humedad, de modo que las azúcares y los sólidos solubles quedan concentrados en la fruta, dando paso al incremento de los °Brix.

Según **Treviño-Garza et al., (2019)**, los tratamientos con mucílago de linaza ayudan a retener mejor el agua, impidiendo que el fruto pierda jugo o llegue a ablandarse; así, el recubrimiento regula mejor el incremento de sólidos solubles, ocasionando un proceso de maduración más estable durante el almacenamiento, aun cuando los valores de °Brix fueron menores en comparación con los tratamientos con almidón de yuca.

3.4. Pérdida de Firmeza

En el anexo 4 se muestran los resultados de la prueba ANOVA para la variable firmeza evaluada a los 1, 5 y 8 días de almacenamiento. Para esta variable no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en ninguno de los periodos de evaluación, pero si se presentan variables descriptivas entre los

tratamientos. Se determinó un CV para el día 1 = 41.75 %, para el día 5 = 41.09 % y para el día 8 = 28.37 %.

En la etapa de postcosecha, los frutos tienden a perder humedad, además, el proceso de respiración favorece el ablandamiento de los tejidos, por lo que los recubrimientos que retienen la humedad ayudan a conservar la firmeza, porque reducen la pérdida del agua y el intercambio gaseoso, reduciendo la velocidad con la que se deteriora el fruto (**Agapito-Ocampo *et al.*, 2021**).

Los recubrimientos que utilizan almidón, parten de una mayor firmeza frente al testigo (T0), pero no se mantuvo su efecto al día 8. Según **Amaiz Mota *et al.*, (2018)**, los recubrimientos de almidón son sensibles a la humedad, por lo que, con el paso de los días el recubrimiento no alcanza a controlar bien la pérdida de agua, ocasionando frutos con menor firmeza.

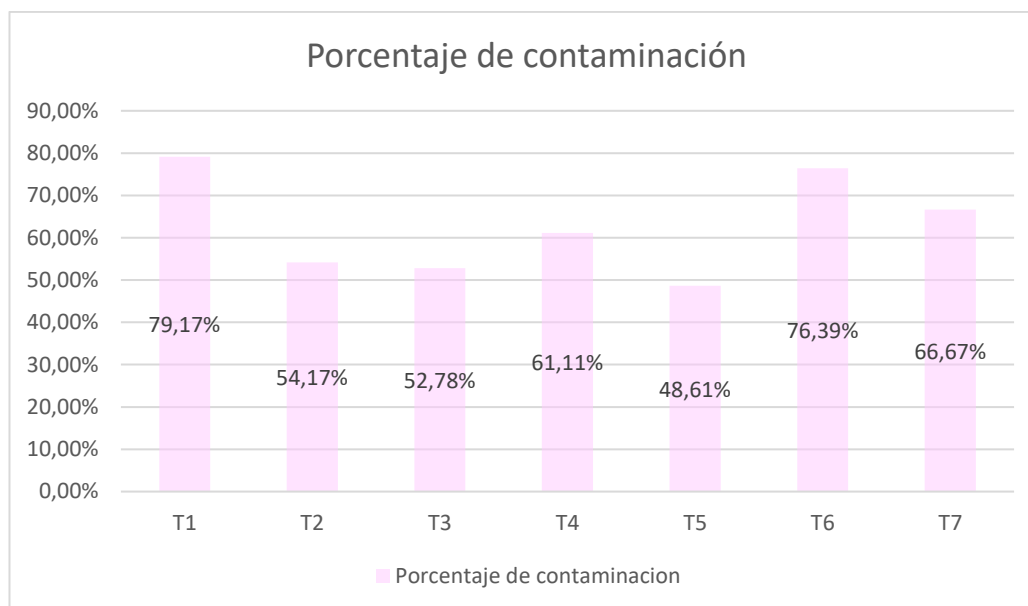
Dado que los tratamientos con mucílago de linaza (P2) fueron los que presentaron mayor firmeza al final del experimento, se puede interpretar que los recubrimientos ocasionan un comportamiento más estable durante el almacenamiento, donde la capa protectora evita la pérdida de humedad, lo que ayuda a mantener el peso del fruto y alarga la vida útil de la fresa (**Sharafi *et al.*, 2024**).

3.5. Porcentaje de contaminación

En el grafico 1 se presentan los resultados para la variable porcentaje de contaminación donde se muestra el número de frutos contaminados, valores que fueron tomados al día 5, así mismo en el anexo 5 se presentan los resultados de la prueba ANOVA y no se identificaron diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos con un CV = 19.02 %. Sin embargo, la prueba Tukey al 5% no distinguió rangos entre las medias. Por ello, el análisis de esta variable considera las diferencias descriptivas entre los porcentajes de cada tratamiento.

Figura 2.

Porcentaje de contaminación



Fuente: Elaboración propia

Entre los tratamientos, se identificaron principalmente dos patógenos: *Rhizopus stolonifer* y *Botrytis cinerea*, los cuales estuvieron presentes de forma diferenciada según el tratamiento aplicado. El mayor porcentaje de contaminación se identificaron en el testigo (T0) donde se observó que el 79.17% de las muestras presentaron contaminación.

Los tratamientos con almidón de yuca, también tuvieron una gran porcentaje de frutos contaminados. El P2D3 tuvo un 76.39% de frutos contaminados. Seguido de P2D3G1 con 66.67%.

En lo que respecta a los tratamientos con menos contaminación, los porcentajes más bajos se registraron en P1D2G1, con 48.61% de frutos contaminados y en P1D1G1, con 52.78% de muestras contaminadas.

Para esta variable, los tratamientos con mucílago de linaza resultaron ser los más efectivos frente al porcentaje de frutos con patógenos; no obstante, tanto *Botrytis cinerea* como *Rhizopus stolonifer* estuvieron presentes en todos los tratamientos, estos hongos producen daños en la postcosecha, ya que sus esporas tienden a desarrollarse

rápidamente sobre los tejidos vegetales (**López-Díaz et al., 2021**). En el caso de la fresa, al ser un fruto con la piel delgada y con un metabolismo rápido, los microorganismos aparecen rápidamente, incluso cuando los frutos fueron sometidos a un proceso de desinfección inicial, ya que ingresan por las heridas y, gracias a las condiciones húmedas internas, se crea un ambiente susceptible al deterioro por hongos (**Urbano, 2023**).

Aunque todas las muestras presentaron un porcentaje considerable de frutos contaminados, el testigo (T0) tuvo el mayor porcentaje, un comportamiento esperable porque, al no tener recubrimiento, los frutos quedan mas expuestos al ambiente. Además, el deterioro en el testigo fue más rápido, presentando tejidos vegetales dañados que generan el ambiente idóneo para el *Rhizopus stolonifer* (**Velázquez-del Valle et al., 2008**).

Los tratamientos con almidón de yuca mostraron baja efectividad para controlar estos patógenos, por lo que el recubrimiento no alcanzó a mitigar el desarrollo de estos hongos. Esto no quiere decir que el recubrimiento no sea efectivo para la conservación del fruto, ya que, en combinaciones con glicerina, como en el P1D2G1, se observa un menor porcentaje de contaminantes, gracias al efecto plastificante de la glicerina (**León, 2018**).

El efecto de la glicerina, también se observa en el tratamiento P1D2G1, siendo el tratamiento con menor porcentaje de contaminación. Según **Laica Pilco (2020)** los recubrimientos a base de mucílago de linaza y glicerina pueden prolongar el tiempo de conservación y mantener atributos de calidad en frutos altamente perecederos. Por lo tanto, se mantiene la integridad de los tejidos, evitando deterioros donde los patógenos proliferan rápidamente.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Se analizó el efecto de recubrimientos comestibles para evitar la pérdida en post cosecha del cultivo de fresa, donde se demostró que los recubrimientos que incluyen el mucílago de linaza tuvieron efectos favorables para el almacenamiento del fruto de la fresa, prologando la conservación frente al testigo y tratamientos con almidón de yuca, el tratamiento P1D2G1 (15g de mucilago de linaza + 800ml de agua + 6ml glicerina) fue el más favorable para el almacenamiento, ya que mantuvo menor porcentaje de contaminación, menor pérdida de peso y valores más estables de °Brix en comparación con otros tratamientos y el testigo, lo que sugiere que la combinación de mucílago de linaza y glicerina posee potencial como alternativa biodegradable para la conservación postcosecha de la fresa.

Los tratamientos que usaron un recubrimiento con mucílago de linaza mostraron una menor proporción de frutos contaminados, especialmente al incluir glicerina, por lo que se considera que este tratamiento tuvo la mejor respuesta en la mitigación del ataque de patógenos durante el almacenamiento.

La implementación de recubrimientos comestibles tuvo efectos significativos sobre las variables peso y sólidos solubles. En las variables relacionadas al pH, firmeza y presencia de patógenos, los efectos no fueron estadísticamente significativos, pero si mostraron diferencias descriptivas en los valores.

4.2 Recomendaciones

Es recomendable implementar recubrimientos comestibles a base de mucílago de linaza y glicerina como alternativa para conservar la fresa en postcosecha, ya que favorecen el proceso de almacenamiento.

Se recomienda que los recubrimientos en base al almidón de yuca se combinen con otros componentes que aumenten su capacidad de retención de humedad, ya que estos tratamientos presentaron mayor pérdida de peso e incremento acelerado de °Brix en el almacenamiento del fruto de la fresa.

Se sugiere añadir al experimento otras variables como la temperatura, la humedad relativa y la ventilación como variables independientes que influyen en el almacenamiento de la fresa. Así como variables dependientes como el sabor, olor, apariencia y textura para conocer con mayor precisión el efecto de cada recubrimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Al-Dairi, M., Pathare, P. B., Al-Yahyai, R., Jayasuriya, H., & Al-Attabi, Z. (2024). Evaluation of chemical quality attributes in bruised bananas during storage. *LWT*, 197, 115904. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115904>
- Agapito-Ocampo, A. R., Amaro-Guadarrama, B., Díaz-Godínez, G., Acosta-Urdapilleta, M. L., Aguilar-Marcelino, L., García-Hernández, E., and Tellez-Tellez, M. (2021). Edible coatings for strawberry based on extracellular compounds of *Humphreya coffeata*, *BioResources*, 16(3), 5556-5573.
- Amaiz Mota, S. J. A., & Colivet, J. (2019). Efecto de recubrimiento comestible a base de almidón de Yuca sobre los parámetros químicos y sensoriales de cascos de Guayaba. *Cumbres*, 5(1), 137-154.
- Bai, Z., Lan, H., Li, J., Geng, M., Luo, D., Feng, J., ... & Zhang, Y. (2024). Recycling of wheat gluten wastewater: Recovery of arabinoxylan and application of its film in cherry and strawberry preservation. *Food Chemistry: X*, 22, 101415. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101415>
- Castrini, Q. (2009). *Fisiología postcosecha y maduración de tejidos vegetales en frutos de clima templado y tropical*. Editorial Universitaria.
- Chiumarelli, M., & Hubinger, M. D. (2014). Evaluation of edible coatings and plasticizers on quality attributes and shelf life of fresh-cut apples. *Food and Bioprocess Technology*, 7(1), 45-57. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-1014-1>
- Cruz, M. (2023). *Elaboración de un recubrimiento comestible a base de mucilago de linaza (linum USITATISSIMUM) y comparación con recubrimiento comercial en la conservación de la palta (persea AMERICANA mill) variedad hass* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio UNAP. <https://repositorio.unap.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f0f0ad6c-473f-4026-a9f7-ff651759c1ba/content>
- Díaz, D. P. (2023). *Determinación del efecto de Agrozoil sobre la incidencia de necrosis radical de fresa Fragaria x ananassa (Duch) variedad Monterrey* [Proyecto de investigación, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio

UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/14b3a57c-9087-439f-bfce-a1bb97507a3a/content>

Ekanayake, C. (2023). *Postharvest quality and shelf life of raspberry and strawberry as affected by different packages* [Tesis de fin de Master, University of Helsinki]. Repositorio Helda Helsinki. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/7a2a86fb-1003-410f-b05d-641dabaa5c9e/content>

Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura. (2023). *Top 10 Country Production of Fresas*. Recuperado el 30 de septiembre de 2025, de FAO. https://www.fao.org/faostat/es/#rankings/countries_by_commodity

García e Silva, M., Rúbio, M. A., & Santos, T. C. (2020). Mucílago de linaza (*Linum usitatissimum*) como matriz polimérica para el desarrollo de recubrimientos biodegradables activos. *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*, 21(2), 114-128.

Google Earth. (2026). *UTA Querochaca*. Recuperado el 28 de 05 de 2026, de Google Earth. https://earth.google.com/web/search/UTA+QUEROCHACA/@-1.37001771,78.60825805,2887.73776886a,196.35644981d,35y,0h,0t,0r/data=CiwiJgokCSfh6U9IJTNAESfh6U9IJTPAGQaJxSt740hAId1tIB3yH0nAQgIIAToDCgEwQgIIAEoNCP_____wEQAA

Getamap. (2026). *Totoras, provincia del Tungurahua*. Get a Map.net. https://es.getamap.net/mapas/ecuador/tungurahua/_totoras/

Giménez, A., Montoli, P., Curutchet, M. R., & Ares, G. (2021). Estrategias para reducir pérdidas y desperdicios de frutas y hortalizas en las últimas etapas de la cadena agroalimentaria: avances y desafíos. *Agrociencia Uruguay*, 25(nspe2). <https://doi.org/10.31285/agro.25.813>

Guamán, L. (2023). *Efecto del mucílago de linaza (linum usitatissimum) en las características fisicoquímicas y microbiológicas en néctar de naranja (citrus sinensis l.) Y badea (passiflora quadrangularis l.)* [Trabajo de Titulación, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio UAgraria. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GUAMAN%20LOCKE%20LISSETTE%20NICOLE.pdf>

- Guzhñay, M. S. (2024). *Evaluación del cultivo de fresa (Fragaria sp.) en un sistema semi-hidropónico con dos sustratos y aplicación de microorganismos benéficos* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Cuenca]. Repositorio UCACUE. <https://dspace.ucacue.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c0c44d85-93d0-41ad-aea4-4321d031fe59/content>
- Guzmán Calderón, M. A. (2018). *Modelo de gestión productivo y su incidencia en la rentabilidad de los productores de fresa de la parroquia Montalvo del cantón Ambato, provincia de Tungurahua* [Trabajo de Fin de Máster, Universidad Tecnológica Indoamérica]. Repositorio Universidad Tecnológica Indoamérica. <https://hdl.handle.net/20.500.14809/765>
- Hassan, B., Chatha, S. A. S., Hussain, A. I., Zia, K. M., & Akhtar, N. (2018). Recent advancements on chitosan and starch-based edible coatings for agricultural products: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 117, 306-317. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.05.153>
- Hernández, J. (2022). *Producción y caracterización de películas bioactivas de celulosa microbiana en un sustrato de moringa (Moringa oleifera) y recubrimientos de mucílago de linaza (Linum usitatissimum)* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Repositorio UANL. <http://eprints.uanl.mx/23651/1/1080286765.pdf>
- Hernández-Adasme, C., Silva-Santos, V., & Zoffoli, J. P. (2023). Comportamiento postcosecha de nuevas variedades de cerezas en la zona central de Chile. *Investigaciones Jóvenes*, 12(1), Article 16251. <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/16251>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2021). *Tabulados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC*. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-superficie-produccion-agropecuaria-continua-2021/>
- Iza Iza, D. P. (septiembre de 2020). *Evaluación del comportamiento en poscosecha de la fresa (Fragaria vesca), con tres recubrimientos comestibles a tres tiempos de inmersión, en la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga 2020* [Tesis de

Pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Repositorio UTC.
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/29aff377-9bd6-4ba1-ae0e-2603fc12e9f5/content>

Kirschbaum, D. S. (2022). *Manejo, recolección y calidad de la fresa*. En *Manejo, recolección y calidad de la fresa*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

https://www.researchgate.net/publication/356253807_Manejo_recoleccion_y_calidad_de_la_fresa

Krishnan, R. R., Olasupo, A. D., Patel, K. H., Bolarinwa, I. F., Oke, M. O., Okafor, C., Ifie, I. (2025). Edible biopolymers with functional additives coatings for postharvest quality preservation in horticultural crops: a review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9, 1569458.
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1569458>

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*)* [Trabajo de Pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio UTC. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6692>

León, C. (2018). *Recubrimientos comestibles a base de almidón con potencial aplicación en conservación de frutas* [Proyecto de Grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio UNAD.
https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21299/52975967_.pdf

López-Díaz, S., Sandoval-Flores, M. G., Flores-Pantoja, L. E., Jiménez-Mejía, R., Santoyo, G., & Loeza-Lara, P. D. (2021). Quitosanos y compósito quitosano-octanoato de sodio reducen la pudrición de fresa en poscosecha. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(6), 1131-1137.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v12i6.2705>

Marpudi, S. L., Ramachandran, P., & Baskaran, N. (2011). Effect of mucilage coating on the post harvest quality of fruits. *Journal of Food Science and Technology*, 48(4), 485-489. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0237-9>

- Martínez González, M. E., Balois Morales, R., Alia Tejacal, I., Cortes Cruz, M. A., Palomino Hermosillo, Y. A., & López Gúzman, G. G. (2017). Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(7), 19-27. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i7.674>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2023). *Informe ejecutivo de rendición de cuentas*. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Retrieved 09 30, 2025, from <https://www.agricultura.gob.ec/>
- Mora, R. (2022). *Desarrollo de un recubrimiento comestible antimicrobiano a base de mucílago de nopal, pectina de naranja y aceite esencial de naranja* [Tesis de Pregrado, Institucional Universidad Autónoma de Querétaro]. Repositorio UAQ. <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/3256>
- Muñoz, S. (2012). De los atributos de calidad en el comportamiento pos cosecha de dos variedades de frutilla (*fragaria chiloensis*) en la provincia de Imbabura”. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1968>
- Pantoja, J., & Potosí, D. (2020). Recubrimiento comestible biodegradable para fresas, a partir de residuos de papa y extractos de *Phytolacca americana* y *Artemisa vulgaris*. *CON-CIENCIA Y TÉCNICA Revista Tecnoacademia*, 4(1), 71-77. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/conciencia/article/view/4583>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2021). *Informe sobre el índice de desperdicio de alimentos*. Nairobi (Kenia): PNUMA. <https://www.unep.org/es/resources/informe/indice-de-desperdicio-de-alimentos-2021>
- Ramos, H. J. (2024). *Evaluación de cera, y atmósferas controladas en la conservación del fruto de fresa (Fragaria vesca)* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/5c3a9932-7666-4e0c-928f-ba4b82b9cc5b>
- Rivadeneira Barcia, C. S., Sánchez Moreira, F. E., Hernández León, A., Vásquez Cortez, L. H., Pluja Montiel, J. A., López Salvatierra, L. S., Soto Calderón, D. B. (2025). Efecto de un recubrimiento comestible a base de harina de cáscara de plátano (*Musa paradisíaca*) y ácido cítrico aplicado en piña (*Ananas*

- comosus) mínimamente procesada. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 45(2), 359-368. <https://doi.org/10.12873/452rivadeneira>
- Saavedra, J. A., & Algecira, N. A. (2011). Evaluación del comportamiento metabólico y variación de pH en frutos de bajo calibre tratados con biopolímeros hidrofílicos. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 19(1), 45-53.
- Saha, A., Tyagi, S., Gupta, R. K., & Tyagi, Y. K. (2014). Natural gums of plant origin as edible coatings for food preservation: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 2954–2965. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0731-1>
- Sánchez-González, L., Pastor, C., Vargas, M., Chiralt, A., González-Martínez, C., & Cháfer, M. (2015). Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and shelf life of strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, 110, 105-114. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.07.017>
- Sharafi, H., Alirezalu, A., Liu, S. Q., Karami, A., & Moradi, M. (2024). Postbiotics-enriched flaxseed mucilage coating: A solution to improving postharvest quality and shelf life of strawberry. *International Journal of Biological Macromolecules*, 265, 131398. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.131398>
- Sapper, M., & Chiralt, A. (2018). Starch-based coatings for preservation of fruits and vegetables. *Coatings*, 8(5), 152. <https://doi.org/10.3390/coatings8050152>
- Tapia, H. J. (2024). *Evaluación de cera, y atmósferas controladas en la conservación del fruto de fresa (Fragaria vesca)* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/16496a39-6126-4f72-ba4b-b6781a81133e/content>
- Trejo-Márquez, M., Ramos-López, K., & Pérez Guillén, C. (2007). *Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa (Fragaria vesca L.) almacenada en refrigeración*. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Poscosecha y Agroexportaciones, Universidad

Nacional Autónoma de México (UNAM).
<https://doi.org/10.31428/10317/11860>

Treviño-Garza, M. Z., Correa-Cerón, R. C., Ortiz-Lechuga, E. G., Solís-Arévalo, K. K., Castillo-Hernández, S. L., Gallardo-Rivera, C. T., & Arévalo Niño, K. (2019). Effect of linseed (*Linum usitatissimum*) mucilage and chitosan edible coatings on quality and shelf-life of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo*). *Coatings*, 9(6), 368. <https://doi.org/10.3390/coatings9060368>

Urbano, B. (2023). Estudio comparativo de recubrimientos comestibles que retrasan el proceso de deterioro de la frutilla [Trabajo de titulación, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio UCE. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/dffd337b-62ee-4451-96f7-c5acdb7475c8/content>

Velázquez-del Valle, D., Gerardo, M., Bautista-Baños, S., Hernández-Lauzardo, A. N., Guerra-Sánchez, M. G., & Amora-Lazcano, E. (2008). Estrategias de control de *Rhizopus stolonifer* Ehrenb.(Ex Fr.) Lind, agente causal de pudriciones postcosecha en productos agrícolas. *Revista mexicana de fitopatología*, 26(1), 49-55.

Vera Cuaces, A. F., Chávez Moreira, W. L., & Carrillo Anchundia, B. J. (2023). Obtención de polímeros biodegradables a partir del almidón de yuca. *MQRInvestigar*, 7(1), 2685-2700. <https://doi.org/10.33936/revistasjs.v7i1.2685.2700>

Zambrano, D. (2021). *Efecto de un recubrimiento comestible de harina de cáscara de plátano y Aloe vera sobre la calidad postcosecha de la fresa (Fragaria x ananassa)* [Tesis de Pregrado, Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí]. Repositorio ULEAM. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/4170>

Anexos

Anexo 1. Análisis de la Varianza para la variable Peso día 1,5,8

Análisis de la Varianza para la variable Peso día 1

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	289,13	6	48,19	23,47	<0,0001
Error	28,74	14	2,05		
Total	317,87	20			

Análisis de la Varianza para la variable Peso día 5

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	278,36	6	46,39	48,52	<0,0001
Error	13,39	14	0,96		
Total	291,75	20			

Análisis de la Varianza para la variable Peso día 8

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	173,96	5	34,79	15,51	0,0001
Error	26,91	12	2,24		
Total	200,87	17			

Anexo 2. Análisis de la Varianza para la variable pH día 1, 5, 8

Análisis de la Varianza para la variable pH día 1

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,24	6	0,04	2,50	0,0736
Error	0,23	14	0,02		
Total	0,47	20			

Análisis de la Varianza para la variable pH día 5

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,13	6	0,02	0,73	0,6315
Error	0,40	14	0,03		
Total	0,53	20			

Análisis de la Varianza para la variable pH día 8

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,03	5	0,01	0,18	0,9647
Error	0,45	12	0,04		
Total	0,48	17			

Anexo 3. Análisis de la Varianza para la variable Brix día 1, 5, 8

Análisis de la Varianza para la variable Brix día 1

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	8,44	6	1,41	1,82	0,1663
Error	10,81	14	0,77		
Total	19,25	20			

Análisis de la Varianza para la variable Brix día 5

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	67,71	6	11,28	7,22	0,0012
Error	21,87	14	1,56		
Total	89,57	20			

Análisis de la Varianza para la variable Brix día 8

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	175,78	5	35,16	17,14	<0,0001
Error	24,62	12	2,05		
Total	200,40	17			

Anexo 4. Análisis de la Varianza para la variable Firmeza día 1, 5, 8**Análisis de la Varianza para la variable Firmeza día 1**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	4,32	6	0,72	1,42	0,2752
Error	7,10	14	0,51		
Total	11,42	20			

Análisis de la Varianza para la variable Firmeza día 5

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	2,73	6	0,46	1,47	0,2573
Error	4,33	14	0,31		
Total	7,06	20			

Análisis de la Varianza para la variable Firmeza día 8

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,17	5	0,03	0,46	0,7971
Error	0,90	12	0,07		
Total	1,07	17			

Anexo 5. Análisis de la Varianza para la variable porcentaje de contaminación al día 5

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	146,29	6	24,38	2,98	0,0434
Error	114,67	14	8,19		
Total	260,95	20			

Anexo 6. Datos de la variable peso

PESO DÍA 1			
Tratamientos	Repetición		
	I	II	III
T1	14.01	15.50	14.85
T2	23.75	21.14	22.26
T3	23.38	19.64	22.08
T4	26.80	23.76	24.48
T5	24.30	23.43	24.34
T6	17.89	20.60	16.12
T7	16.29	16.45	15.02

PESO DÍA 5			
Tratamientos	Repetición		
	I	II	III
T1	8.56	8.87	8.48
T2	17.63	14.83	16.32
T3	16.85	14.83	16.32
T4	17.45	17.16	17.54
T5	18.29	18.76	18.07
T6	12.02	13.93	10.64
T7	10.49	9.74	8.55

PESO DÍA 8			
Tratamientos	Repetición		
	I	II	III
T1			
T2	15.30	11.65	11.26
T3	13.80	13.70	13.45
T4	14.13	15.32	14.22
T5	14.48	14.44	14.62
T6	9.33	7.26	5.56
T7	8.56	8.71	4.98

Anexo 7. Datos de la variable pH

pH DÍA 1			
Tratamientos	Repetición		
	I	II	III
T1	3.67	3.63	3.64
T2	3.84	3.88	3.83
T3	3.85	3.80	3.75
T4	4.14	4.01	3.89
T5	3.98	3.90	3.91
T6	3.69	3.74	4.17
T7	3.61	3.84	3.88

pH DÍA 5			
Tratamientos	Repetición		
	I	II	III
T1	4.21	3.64	3.56
T2	3.81	3.58	3.59
T3	3.54	3.46	3.62
T4	3.85	3.54	3.56
T5	3.62	3.76	3.61
T6	3.56	3.58	3.58
T7	3.59	3.53	3.76

pH DÍA 8			
Tratamientos	Repetición		
	I	II	III
T1			
T2	4.02	4.19	3.81
T3	3.91	3.92	3.95
T4	3.92	3.75	4.20
T5	3.81	4.25	4.06
T6	3.78	3.91	4.20
T7	3.81	3.79	4.15

Anexo 8. Datos de la variable Brix

Brix DÍA 1			
	Repetición		
Tratamientos	I	II	III
T1	7.77	9.83	11.50
T2	9.37	9.50	8.50
T3	9.00	8.33	7.87
T4	8.67	8.73	8.33
T5	9.00	10.00	9.23
T6	10.17	10.17	10.20
T7	10.03	9.03	11.00

Brix DÍA 5			
	Repetición		
Tratamientos	I	II	III
T1	12.17	12.83	13.27
T2	11.83	10.30	10.33
T3	11.03	9.90	9.00
T4	8.00	11.67	9.00
T5	10.33	7.67	8.83
T6	13.67	15.00	13.17
T7	11.67	14.77	12.57

Brix DÍA 8			
	Repetición		
Tratamientos	I	II	III
T1			
T2	11.00	10.67	12.25
T3	11.37	10.67	12.25
T4	10.03	10.53	11.50
T5	9.50	9.17	9.33
T6	16.33	13.00	19.00
T7	17.17	17.50	19.33

Anexo 9. Datos de la variable Firmeza

FIRMEZA DÍA 1			
Tratamientos	Repetición		
	I	II	III
T1	1.10	1.20	1.27
T2	1.10	2.60	1.90
T3	1.93	4.17	2.23
T4	1.20	2.93	1.23
T5	1.63	0.83	0.87
T6	1.47	1.97	3.83
T7	1.73	1.37	1.17

FIRMEZA DÍA 5			
Tratamientos	Repetición		
	I	II	III
T1	1.13	0.93	0.57
T2	1.50	3.50	1.23
T3	1.05	2.08	1.55
T4	0.95	1.38	1.28
T5	1.25	1.40	1.23
T6	1.22	1.05	0.90
T7	1.23	1.90	1.07

FIRMEZA DÍA 8			
Tratamientos	Repetición		
	I	II	III
T1			
T2	0.60	0.95	1.43
T3	1.08	1.05	1.25
T4	0.93	0.65	0.82
T5	1.08	0.63	1.03
T6	0.65	1.22	1.08
T7	0.65	0.98	1.25

Anexo 10. Datos de la variable patógenos

Día 5	NO CONTAMINADOS			Sumato ria	CONTAMINAD OS			Sumato ria	% Contaminac ión
Tratamien tos	REPETICIÓN				REPETICIÓN				
	I	II	III		I	II	III		
T1	5	5	5	15	19	19	19	57	54.17%
T2	16	8	9	33	8	16	15	39	52.78%
T3	9	12	13	34	15	12	11	38	61.11%
T4	6	11	11	28	18	13	13	44	48.61%
T5	12	15	10	37	12	9	14	35	76.39%
T6	5	6	6	17	19	18	18	55	66.67%
T7	6	13	5	24	18	11	19	48	79.17%

Anexos Fotográficos.

Fotografía 1. Localización del área de estudio y selección de los frutos de fresa en la parroquia Totoras, cantón Ambato.



Fotografía 2. Extracción y obtención del mucílago de linaza.



Fotografía 3. Lavado y desinfección de las fresas.



Fotografía 4. Preparación de las formulaciones y método de aplicación por inmersión de los recubrimientos comestibles.





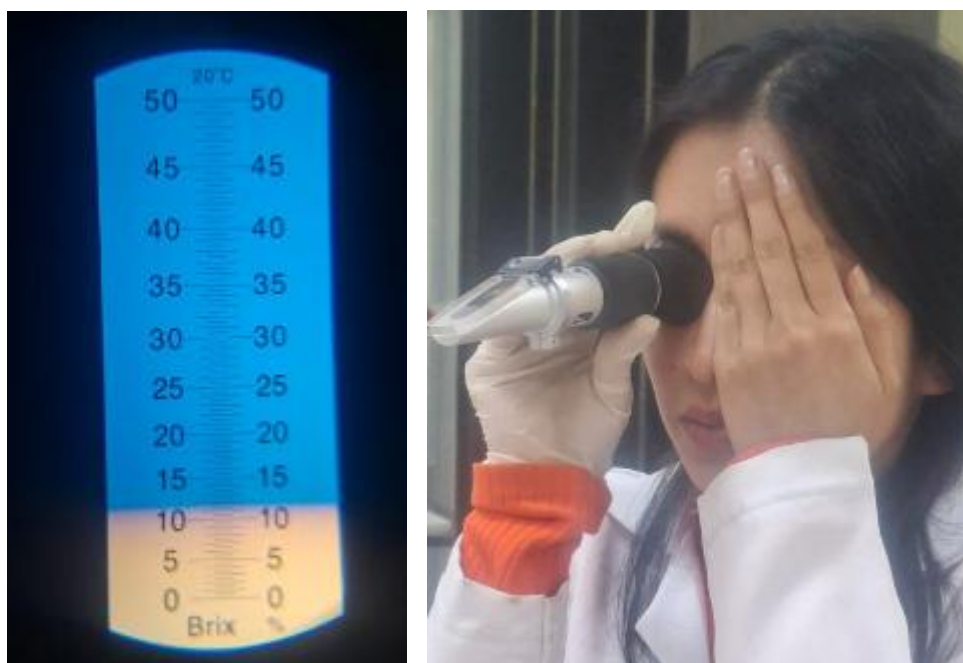
Fotografía 5. Etiquetado y establecimiento del experimento



Fotografía 6. Monitoreo y evaluación de la variable peso.



Fotografía 7. Monitoreo y evaluación de la variable Solidos solubles Brix



Fotografía 8. Monitoreo y evaluación de la variable pH



Fotografía 9. Monitoreo y evaluación de la variable Firmeza



Fotografía 10. Monitoreo y evaluación de la variable Porcentaje de frutos contaminados.

