



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA

**Evaluación de productos alternativos en la poscosecha de frutos de
fresa Monterrey (*Fragaria x ananassa*)**

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

Autora: Nuñez Aldas Luz María

Tutor: Ing. Zurita Vásquez José Hernán, Mg.

CEVALLOS – ECUADOR

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema: “**Evaluación de productos alternativos en la poscosecha de frutos de fresa Monterrey (*Fragaria x ananassa*)**” de la alumna Nuñez Aldas Luz María, 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



Ing. Zurita Vásquez José Hernán, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El suscrito, **Núñez Aldas Luz María**, portadora de la cédula de ciudadanía N.º **1850338524**, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: **“Evaluación de productos alternativos en la postcosecha de frutos de fresa Monterrey (Fragaria × ananassa)”** 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



.....
Núñez Aldas Luz María

AUTORA

DERECHOS DEL AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado **“Evaluación de productos alternativos en la postcosecha de frutos de fresa Monterrey (Fragaria × ananassa)”** 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



.....
Nuñez Aldas Luz María

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el Trabajo de Titulación "Evaluación de productos alternativos en la postcosecha de frutos de fresa Monterrey (Fragaria × ananassa)", de Nuñez Aldas Luz María, estudiante de la carrera de Agronomía, de la Facultad 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 de 2026

REVISADO POR



Ing. Zurita Vázquez José Hernán, Mg.

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

Para constancia firman:



Ing. Vázquez Freytez, Carlos Luis, Ph.D.

PRESIDENTE



Ing. Pomboza Tamaquiza, Pedro Pablo, Ph.D.

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO



Lic. Mera Andrade, Rafael Isaías, Ph.D.

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada etapa de mi vida, gracias a su amor y bendición, me ha acompañado y protegido en cada paso, brindándome sabiduría, esperanza y la oportunidad de culminar esta importante meta académica.

De igual manera, dedico este trabajo a mi madre, Susana por haber sido siempre mi mayor ejemplo de amor, fortaleza y perseverancia, gracias por acompañarme en cada etapa de mi vida, por guiarme y brindarme fuerzas para continuar adelante aun en los momentos más difíciles, siendo la motivación que me impulsa a cumplir mis metas y alcanzar mis sueños. Este logro también es para ti.

También agradezco a papá, porque de una u otra manera me impulsó a seguir adelante, a ser más fuerte y a luchar por alcanzar cada una de mis metas y sueños.

A mi hermano Luciano, por estar siempre presente brindándome consejos, apoyo y motivación para seguir adelante en cada etapa de mi vida.

A mi hermosa sobrina Iris, quien ha sido una gran inspiración y una de las razones que me impulsa a continuar luchando por mis sueños y alcanzar cada una de mis metas.

Nuñez Aldas Luz María

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios, porque gracias a su sabiduría y bendiciones me permitió culminar mi etapa universitaria, gracias por nunca abandonarme, por tu fidelidad, por protegerme y acompañarme en cada momento de mi vida, guiándome siempre por el camino correcto y brindándome fortaleza, esperanza e inteligencia para enfrentar cada dificultad y seguir adelante hasta alcanzar esta importante meta académica.

Agradezco a mí mamá por darme la vida y por ser un gran ejemplo de perseverancia, humildad, amor y fortaleza, de igual manera, agradezco a mi hermano y a mi sobrina Iris, quienes han sido fundamentales durante esta etapa universitaria, brindándome motivación y fuerzas para seguir adelante y alcanzar esta importante meta académica.

Extiendo mi más sincero agradecimiento a la Facultad de Ciencias Agropecuarias por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme profesional y personalmente durante estos años, gracias por ser el espacio donde adquirí conocimientos, experiencias y aprendizajes que marcarán mi vida para siempre, de igual manera, agradezco a todas las personas que forman parte de esta querida facultad: autoridades, docentes, personal administrativo y de servicio, quienes con su trabajo, dedicación y compromiso contribuyen diariamente a la formación de los estudiantes. Gracias por el apoyo brindado a lo largo de mi etapa universitaria y por aportar, de una u otra manera, al cumplimiento de este importante logro académico.

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi querido tutor, Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg., por su valiosa orientación, apoyo y dedicación brindados durante el desarrollo de este trabajo de investigación, de igual manera, agradezco profundamente por los conocimientos impartidos en las diferentes materias a lo largo de toda mi etapa universitaria, los cuales contribuyeron significativamente a mi formación académica y profesional. Su paciencia, compromiso y enseñanzas fueron fundamentales durante el proceso de esta investigación, motivándome constantemente a seguir adelante con responsabilidad, perseverancia y dedicación.

Asimismo, expreso mi agradecimiento al Ing. Giovanni Velástegui por compartir sus valiosos conocimientos y experiencias durante mi formación académica, sus enseñanzas contribuyeron significativamente a mi aprendizaje, fortalecieron mi preparación profesional, gracias por su dedicación, compromiso y por aportar al desarrollo de las habilidades y conocimientos que hoy me acompañarán en mi vida profesional.

De manera especial, expreso mi agradecimiento al Ing. Marco Pérez, quien impartió sus conocimientos en las diferentes materias cursadas durante mi formación universitaria, aportando significativamente a mi desarrollo profesional, de igual manera, agradezco por sus valiosos consejos y enseñanzas, los cuales fueron de gran ayuda durante esta etapa universitaria.

También agradezco al Ing. Segundo Curay, por compartir sus conocimientos y experiencias en las materias impartidas, así como por sus consejos y apoyo brindado, los cuales contribuyeron de manera importante en mi formación académica y personal.

Agradezco al Ing. Pedro Pomboza por su aporte a mi formación académica a través de los conocimientos y experiencias compartidos durante mi etapa universitaria, sus enseñanzas contribuyeron significativamente a mi aprendizaje y al fortalecimiento de mi preparación profesional.

Deseo agradecer al Ing. Jorge Dobronski por el tiempo, dedicación y experiencia compartidos durante sus clases, sus enseñanzas dejaron valiosos aprendizajes que serán de gran utilidad en mi futuro profesional, asimismo, agradezco el apoyo brindado a lo largo de mi formación académica, así como la disposición para orientar y contribuir a nuestro crecimiento como estudiantes y futuros profesionales.

De igual manera, expreso mi sincero agradecimiento a todos los ingenieros que contribuyeron a mi formación académica. De manera especial, agradezco a la Ing. Rita Santana, Mg., por su valiosa guía durante los diferentes semestres, así como por compartir sus conocimientos, experiencias y consejos, su dedicación, compromiso y

vocación docente dejaron una huella significativa en mi formación, y sus enseñanzas serán fundamentales para mi desarrollo profesional.

A mi querida amiga y compañera Noemí Villalva, quien con el tiempo se convirtió en una hermana para mí, quiero expresar mi más profundo agradecimiento. Primeramente, agradezco a Dios por haberla puesto en mi vida, ya que fue un pilar fundamental durante esta etapa universitaria, desde de nivelación, aunque las clases eran virtuales, siempre estuvimos apoyándonos mutuamente en todo lo que podíamos, compartiendo cada experiencia y ayudándonos en cada dificultad que se presentaba. Gracias por tu carisma, tu amor, tu bondad y por demostrarme siempre una amistad sincera en cada momento, gracias por estar presente en los momentos tristes y felices, por brindarme siempre tu apoyo incondicional, tus consejos, palabras de aliento y motivación para ser una mejor persona cada día, a lo largo de esta etapa compartimos momentos buenos y difíciles, experiencias que quedarán guardadas para siempre en mi corazón, cada recuerdo vivido a tu lado es inolvidable, y aunque en su momento algunos fueron complicados, hoy al recordarlos sabemos sacar una sonrisa y reír juntas de todas las ocurrencias y momentos compartidos, gracias por nunca dejarme sola en los momentos más importantes de mi vida universitaria y por demostrarme que la verdadera amistad existe. Tu amistad ha sido una de las cosas más valiosas que me dejó esta etapa universitaria, y deseo de todo corazón que Dios bendiga siempre tu vida y te permita alcanzar cada una de tus metas y sueños, así como tú siempre deseaste lo mejor para mí, eres una excelente mujer, llena de bondad, carisma y un gran corazón, por lo que mereces todo lo bonito del mundo, mucho éxito, felicidad y grandes oportunidades en tu vida. Espero que esta hermosa amistad perdure para siempre y no sea solo parte de una etapa, sino un lazo sincero que permanezca a lo largo del tiempo.

A mis amigas Yessenia Solórzano y Diana Torres expreso mi más sincero agradecimiento por sus consejos, su cariño, su apoyo incondicional y por estar presente durante esta etapa universitaria, brindándome siempre palabras de aliento, motivación para seguir adelante en los momentos difíciles.

De igual manera, agradezco a Elias Salinas, quien con paciencia, bondad y apoyo constante estuvo presente a lo largo de toda mi carrera universitaria, gracias por cada ayuda brindada, por tu comprensión y por motivarme a continuar y no rendirme ante las dificultades presentadas durante esta etapa académica.

A la Fundación Jardín del Edén y a todas las personas que la conforman, expreso mi más sincero agradecimiento por el apoyo brindado durante mi etapa universitaria. De manera especial, agradezco a Mercedes Charría y Jessica Rosas quienes con sus enseñanzas y consejos inculcaron en mí valores fundamentales, guiándome siempre por el camino del bien y fortaleciendo mi fe en Dios. Gracias a todas esas enseñanzas, hoy puedo decir que fueron de gran ayuda tanto en mi vida universitaria como en mi crecimiento personal.

A Kjell Olav Bryggesa, expreso mi más sincero agradecimiento por el apoyo brindado durante esta etapa universitaria, gracias por su cariño hacia mí, por su generosidad y por estar pendiente de mi bienestar en momentos importantes de mi vida académica, su apoyo y consideración significaron mucho para mí y fueron de gran ayuda durante este proceso universitario.

A Dayana Cando, mi compañera de cuarto, expreso mi más sincero agradecimiento por haber estado a mi lado durante toda esta etapa universitaria. A lo largo del tiempo compartimos muchas experiencias, logrando acoplarnos muy bien y construir una convivencia basada en el respeto, la confianza y el apoyo mutuo, juntas vivimos momentos buenos y difíciles, altos y bajos que, sin duda, quedarán como recuerdos inolvidables de esta etapa de nuestras vidas.

A Cristina Chacón, expreso mi más sincero agradecimiento por haberme brindado su apoyo incondicional durante esta etapa, gracias por el aprecio, la confianza y el cariño que siempre me ha demostrado, su carisma, amabilidad y noble corazón han sido cualidades que admiro profundamente. Agradezco cada gesto de apoyo, cada palabra de aliento y la bondad que siempre la ha caracterizado, personas como usted dejan huellas positivas en la vida de quienes tienen la oportunidad de conocerlas, por

lo que le deseo muchas bendiciones, éxito y felicidad en cada uno de sus proyectos y metas.

A Marjorie Torosina, expreso mi más sincero agradecimiento por el apoyo brindado durante esta etapa universitaria, gracias por su amistad, compañía y por estar presente cuando fue necesario, a lo largo de este camino, de una u otra manera, siempre supimos apoyarnos mutuamente, compartiendo experiencias, consejos y momentos que contribuyeron a hacer más llevadera esta etapa de nuestras vidas, valoro profundamente cada gesto de apoyo y la disposición que siempre tuvo para ayudar. Le deseo muchos éxitos y bendiciones en cada uno de sus proyectos personales y profesionales.

A Verónica Segura, expreso mi más sincero agradecimiento por el apoyo que me ha brindado durante esta etapa universitaria, gracias por su compañía, confianza y por estar presente cuando más lo necesité, su apoyo y amabilidad fueron de gran importancia en este camino, contribuyendo de manera positiva a mi crecimiento personal y académico. De manera muy especial, agradezco a Kataleya, con quien he compartido momentos inolvidables llenos de alegría, risas y diversión, gracias por convertirse en una compañera incondicional y por llenar mis días de felicidad. Con su cariño y ternura logró convertirse en el curita de mi corazón, brindándome consuelo y alegría en los momentos más difíciles. Cada instante compartido quedará guardado con mucho cariño en mi memoria y en mi corazón.

Finalmente, agradezco a todos mis compañeros de carrera que, de una u otra manera, formaron parte de esta etapa tan importante de mi vida, gracias por los momentos compartidos, las experiencias vividas, el apoyo brindado y los aprendizajes que dejaron en mi camino, cada uno aportó algo valioso a mi crecimiento personal y académico, contribuyendo a que esta experiencia universitaria fuera más enriquecedora y significativa. Me llevo gratos recuerdos, amistades y enseñanzas que permanecerán conmigo más allá de las aulas, y les deseo el mayor de los éxitos en cada uno de sus proyectos personales y profesionales.

Nuñez Aldas Luz María

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DEL AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO.....	2
1.1 Antecedentes investigativos	2
1.2 Bases conceptuales	5
1.1.1 Fresa	5
1.1.2 Variedad Monterrey	5
1.1.3 Poscosecha.....	6
1.1.5 Microorganismos asociados al deterioro de la fresa	6
1.1.6 Recubrimientos comestibles en frutas.....	7
1.1.7 Albúmina como recubrimiento natural	7
1.1.8 Aceite ozonizado en la conservación de alimentos	7
1.1.9 Uso de la glicerina en la conservación poscosecha de frutos.....	7
1.3 Objetivos	8
1.3.1 Objetivo General.....	8
1.3.2 Objetivos específicos	8
CAPÍTULO II. -METODOLOGÍA	9
2.1 Ubicación del estudio	9
2.2 Equipo y materiales	9
2.2.1 Equipos	9
2.2.2 Materiales	9

2.3 Tipo de investigación	10
2.4 Hipótesis	10
2.5 Diseño experimental.....	10
2.5.1 Factores de estudio.....	10
2.5.2 Tratamientos	11
2.5.3 Características de la unidad experimental	11
2.6 Manejo del experimento	12
2.6.1. Material vegetal.....	12
2.6.2 Preparación de solución albúmina + glicerina	12
2.6.3 Preparación de solución Aceite ozonizado de palma (Alesol).....	13
2.6.4 Inmersión de los frutos de fresa en las diferentes soluciones.....	13
2.6.5 Secado y etiquetado en las unidades experimentales.....	13
2.7 Variables respuesta	14
2.7.1 Pérdida de peso del fruto.....	14
2.7.2 Firmeza del fruto (Kg/cm ²)	14
2.7.3 Sólidos solubles totales (°Brix).....	14
2.7.4 Duración en percha (escala).....	15
2.8 Procesamiento de información y análisis estadístico	15
CAPÍTULO III. -RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
3.1 Análisis estadístico y discusión de los resultados	17
3.3.1 Pérdida de peso del fruto (%).....	17
3.3.2 Firmeza del fruto (Kg/cm ²)	18
3.3.3 Sólidos solubles totales (°Brix).....	20
3.1.4 Duración en percha.....	21
CAPÍTULO IV. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
4.1 Conclusiones	25
4.2 Recomendaciones	25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
ANEXOS	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Tratamientos aplicados en fresa.....</i>	<i>11</i>
Tabla 2	<i>Escala de degradación de fresa.</i>	<i>15</i>
Tabla 3	<i>Efectos de los tratamientos sobre la pérdida de peso %.....</i>	<i>17</i>
Tabla 4	<i>Efecto de los tratamientos en la firmeza del fruto</i>	<i>19</i>
Tabla 5	<i>Efecto de los tratamientos sobre los sólidos solubles totales del fruto</i>	<i>21</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Nivel de daño durante la duración en percha de fresa</i>	23
-----------------	--	-----------

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar productos alternativos para la conservación poscosecha de frutos de fresa variedad Monterrey (*Fragaria* × *ananassa*), con la finalidad de identificar el tratamiento más eficiente para prolongar su vida útil y mantener su calidad durante el almacenamiento. El estudio se realizó en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Técnica de Ambato, bajo un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial $2 \times 3 + 1$ y tres repeticiones. Se evaluaron dos productos alternativos: albúmina + glicerina (F1) y aceite ozonizado (F2), aplicados en dosis de 3, 5 y 7 g/L para F1, y de 3, 5 y 7 cc/L para F2, además de un tratamiento testigo. Las variables analizadas fueron pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles totales (°Brix) y duración en percha. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento F2D2 (aceite ozonizado a 5 cc/L) registró la menor pérdida de peso (22,49 %), mientras que el testigo presentó el mayor valor (31,20 %). Por su parte, F1D3 (albúmina + glicerina a 7 g/L) alcanzó la mayor firmeza (1,56 kg/cm²) y el mayor contenido de sólidos solubles totales (15,77 °Brix). En cuanto a la duración en percha, F1D3 y F2D2 mostraron una menor incidencia de daño severo y una mejor conservación de la calidad comercial del fruto. Se concluye que la aplicación de productos alternativos mejora la conservación poscosecha de la fresa Monterrey, destacando la albúmina + glicerina a 7 g/L y el aceite ozonizado a 5 cc/L como los tratamientos más eficientes.

PALABRAS CLAVE: fresa Monterrey, poscosecha, albúmina, glicerina, aceite ozonizado, vida útil.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate alternative products for the postharvest conservation of Monterey strawberry (*Fragaria × ananassa*) fruits in order to identify the most efficient treatment to extend shelf life and maintain fruit quality during storage. The study was conducted at the Plant Health Laboratory of the Technical University of Ambato using a completely randomized design (CRD) with a 2×3+1 factorial arrangement and three replications. Two alternative products were evaluated: albumin + glycerin (F1) and ozonized oil (F2), applied at concentrations of 3, 5, and 7 g/L for F1, and 3, 5, and 7 cc/L for F2, in addition to an untreated control. The variables analyzed were weight loss, firmness, total soluble solids (°Brix), and shelf life. The results showed significant differences among treatments. The F2D2 treatment (ozonized oil at 5 cc/L) recorded the lowest weight loss (22.49%), while the control treatment showed the highest value (31.20%). The F1D3 treatment (albumin + glycerin at 7 g/L) achieved the highest firmness (1.56 kg/cm²) and the greatest total soluble solids content (15.77 °Brix). Regarding shelf life, F1D3 and F2D2 exhibited lower incidence of severe damage and better preservation of the fruit's commercial quality during storage. It is concluded that the application of alternative products improves the postharvest conservation of Monterey strawberries, with albumin + glycerin at 7 g/L and ozonized oil at 5 cc/L being the most effective treatments.

KEYWORDS: Monterey strawberry, postharvest, albumin, glycerin, ozonized oil, shelf life.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria* × *ananassa* cv. Monterrey) es un fruto que goza de gran relevancia tanto económica como nutricional a nivel global gracias a su elevado nivel de vitaminas, compuestos fenólicos y antioxidantes que benefician la salud. Sin embargo, se distingue por ser un fruto que se degrada con rapidez, presentando una vida útil corta tras ser cosechado debido a su alta tasa de respiración, gran cantidad de agua y vulnerabilidad ante microorganismos. Estas propiedades causan un deterioro veloz del fruto, resultando en pérdidas considerables durante su almacenamiento y venta después de la cosecha **(Berwa et al., 2024)**.

En la actualidad, las pérdidas tras la cosecha de frutas frescas constituyen un reto considerable para la seguridad alimentaria y la viabilidad de los sistemas agrícolas. Específicamente en el caso de las fresas, el deterioro se evidencia sobre todo a través de la pérdida de rigidez, variaciones en el color, reducción de los sólidos solubles y el crecimiento de microorganismos que aceleran su descomposición. Estas modificaciones disminuyen la calidad comercial de la fruta y restringen su distribución en mercados lejanos, lo que impacta directamente en las ganancias de los productores y en la disponibilidad del producto para los consumidores **(Hafids et al., 2024)**.

Frente a esta problemática, la investigación científica ha creado diversas tácticas de conservación después de la cosecha con el fin de extender la duración de los frutos sin comprometer su calidad ni la seguridad alimentaria. Entre estas opciones se incluyen los recubrimientos comestibles, que actúan como una barrera semipermeable, disminuyendo el intercambio de gases y la pérdida de humedad, lo que a su vez frena los procesos de maduración y deterioro. Asimismo, estos recubrimientos pueden incluir compuestos que poseen propiedades antimicrobianas y antioxidantes, los cuales ayudan a reducir el crecimiento de microorganismos que causan la descomposición del fruto **(Guerreiro et al., 2021)**.

En la actualidad se ha evidenciado que el uso de recubrimientos comestibles o películas activas puede optimizar notablemente la preservación de las fresas durante su almacenamiento. Por ejemplo, la utilización de compuestos como el alginato, el quitosano o nanopartículas dentro de estos recubrimientos ha mostrado efectos positivos al ralentizar el deterioro, minimizar la pérdida de peso y conservar propiedades fisicoquímicas como el color, la acidez y la capacidad antioxidante. Además, estos tratamientos tienen la capacidad de reducir el crecimiento microbiano y extender el periodo de conservación de la fruta en comparación con aquellas que no han sido tratadas (**Taban et al., 2024**).

En este estudio, la investigación sobre opciones naturales y sostenibles para la conservación de frutas después de la cosecha se ha vuelto una prioridad en el ámbito agrícola y en la tecnología alimentaria. La creación de tratamientos que utilicen compuestos naturales y biopolímeros se presenta como una solución efectiva para minimizar el uso de productos químicos artificiales, mejorar la calidad de la fruta y reducir las pérdidas tras la recolección. Por lo tanto, es esencial seguir explorando nuevas metodologías que ayuden a prolongar la vida útil de las fresas, preservando sus características deseadas (**Sukhavattanakul et al., 2023**).

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

Diversos estudios han propuesto estrategias innovadoras para optimizar la conservación después de la cosecha de las fresas (*Fragaria × ananassa*), ya que son muy propensas a deteriorarse. En este sentido, **Rasouli et al. (2025)** evaluaron Scientific reports películas de polietileno biodegradable con nanopartículas de óxido de zinc (1%, 3% y 5%) durante 10 a 15 días. Los resultados destacaron la efectividad de la película BLDPE/NC, que presentó mayor resistencia a la tracción y una reducción significativa en la tasa de transmisión de oxígeno (OTR). Esto confirma que las nanocargas mejoran la barrera contra gases, posicionándose como una alternativa prometedora para prolongar la vida útil de este fruto.

En otro parte, **Bruni et al. (2024)** analizaron en ACS Food Science & Technology uso de un recubrimiento comestible elaborado a partir de carragenina y almidón mejorado con nanopartículas de óxido de zinc (ZnONP), aplicadas en concentraciones de 1%,2% y 3%, tras 9 días de almacenamiento, el tratamiento 75-1,5 (1,5% de ZnONP) resultó ser el más eficiente, al presentar la menor pérdida de peso y una retención de firmeza superior en un 65% respecto al control. Además, la incorporación de estas nanopartículas garantizó la inocuidad del fruto mediante una acción antimicrobiana efectiva contra patógenos como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, consolidándose como una estrategia clave para reducir las pérdidas poscosecha.

De manera similar, **Lago et al. (2023)** investigaron en Scientia Horticulturae el empleo de biocompuestos a base de almidón de yuca que fueron reforzados con nanofibras de celulosa en concentraciones de 1%,3%,5%. Aplicados como recubrimiento sobre fresas almacenadas durante 8 a 12 días en condiciones de refrigeración 4 ± 1 °C. Los resultados demostraron que el tratamiento con 5% de nanofibras fue el más efectivo para retardar el metabolismo y la senescencia del fruto. Esta eficiencia se atribuye a que el refuerzo nanométrico actúa como una barrera física superior contra los gases atmosféricos, minimizando la tasa respiratoria y la pérdida de masa en comparación con los envases de poliamida convencionales.

Por otra parte, **Rashid & Rahman. (2021)** llevaron a cabo una investigación en Journal of Agriculture, Food and Environment comparativa acerca del impacto de varios recubrimientos comestibles, tales como carboximetilcelulosa, goma tragacanto y pectina, aplicados en concentraciones de 0,5%,1% y 1,5% en la preservación de fresas almacenadas durante 16 días bajo condiciones de refrigeración 4 ± 1 °C. Todos los tratamientos redujeron el deterioro, pero la CMC al 1% destacó como la mejor opción. Su éxito se debe a que logra mantener la frescura y el valor nutricional de la fresa por más tiempo, protegiendo sus compuestos saludables frente a la oxidación.

El estudio de da **Silva et al. (2025)** determinaron en MDPI que el aceite esencial de *Eucalyptus staigeriana* como el tratamiento más eficaz para el control de *Colletotrichum acutatum* en fresas. Mientras que el aceite de *E. urograndis* y la mezcla

binaria requirieron concentraciones de 6000 $\mu\text{L L}^{-1}$ y 2000 $\mu\text{L L}^{-1}$ respectivamente, el de *E. staigeriana* logró una inhibición superior al 97% con una dosis de apenas 750 $\mu\text{L L}^{-1}$. Aplicado en coberturas de carboximetilcelulosa, este tratamiento redujo significativamente el índice de enfermedad y el deterioro fúngico durante 12 días de almacenamiento a 4 °C, demostrando un desempeño superior tanto in vitro como in vivo.

En una línea semejante, **Álvarez-Barreto et al. (2023)** evidenciaron en International Journal of Fruit Science recubrimientos comestibles a base de gel de Aloe vera (0%, 30% y 45%) combinados con cera de carnauba (0%, 0,3% y 0,4%) aplicados sobre fresas mediante inmersión. Los resultados evidenciaron que los tratamientos con mayores concentraciones de ambos componentes, especialmente el 45% de Aloe vera combinado con 0,3–0,4% de cera de carnauba, fueron los más efectivos, ya que presentaron menor pérdida de peso, menor cambio en pH y menor índice de maduración, además de una mayor inhibición de *Botrytis cinerea* en comparación con el control.

Macías-Gallardo et al. (2023) comprobaron en ResearchGate la aplicación de ozono gaseoso en fresas (*Fragaria* $\times$ *ananassa*) almacenadas bajo condiciones de refrigeración durante 12 días, utilizando concentraciones de 0, 0,3 y 1,0 ppm. Los resultados demostraron que el tratamiento con 0,3 ppm fue el más efectivo, al reducir la carga microbiana y mantener la firmeza, el color y los compuestos bioactivos del fruto, mientras que concentraciones más altas pueden afectar negativamente la calidad, confirmando el potencial del ozono como tecnología eficiente en la conservación poscosecha.

Asimismo, **Piechowiak et al. (2022)** determinaron en Antioxidantes el efecto de la ozonización en fresas mediante la aplicación de ozono gaseoso en concentraciones de 10 y 100 ppm durante 30 minutos en ciclos repetidos, almacenadas a temperatura ambiente. Los resultados evidenciaron que el tratamiento con 10 ppm fue el más efectivo, ya que permitió reducir el deterioro de la textura, retardar el

ablandamiento del fruto y mantener la integridad de la pared celular, mientras que concentraciones más altas pueden generar efectos negativos sobre el tejido.

Finalmente, **Kebriti et al. (2025)** emplearon recubrimientos Scientific Reports de gel de Aloe vera y goma arábiga con nanoemulsiones de aceite esencial de *Echinophora platyloba* (0.5%, 1% y 1.5%) en fresas refrigeradas a 4 ± 1 °C por 15 días. Los resultados mostraron una reducción en la pérdida de peso y el mantenimiento de la firmeza sin alterar la calidad sensorial. La concentración al 1.5% resultó ser la más efectiva, ya que generó una barrera física superior contra el intercambio gaseoso y la transpiración, potenciando además la inhibición de patógenos gracias a la sinergia entre los polímeros naturales y las propiedades antifúngicas del aceite esencial.

1.2 Bases conceptuales

1.1.1 Fresa

La fresa es una especie de la familia Rosaceae, que destaca por ser uno de los frutos más populares globalmente gracias a su aroma, sabor y valor nutricional, este fruto destaca por su alto nivel de flavonoides, antocianinas, compuestos fenólicos y vitamina C, todos ellos elementos que cuentan con características antioxidantes que ayudan a prevenir enfermedades metabólicas y cardiovasculares. Asimismo, la fresa se emplea con frecuencia para el consumo fresco y también para crear productos procesados, como son los jugos, las mermeladas y los postres (**Giampieri et al., 2020**).

1.1.2 Variedad Monterrey

Es una de las variedades de fresa más cultivadas en diversas regiones de producción gracias a su buena adaptación a distintos climas, su calidad y su productividad elevada. Los frutos de esta variedad son grandes, tienen un color rojo brillante y presentan una cantidad adecuada de sólidos solubles. No obstante, como otras variedades de fresa, tiene una vida útil breve después de ser cosechada por su elevada tasa respiratoria y su propensión a la degradación microbiológica (**Petrasch et al., 2021**).

1.1.3 Poscosecha

Tras la recolección, las fresas siguen pasando por una variedad de procesos fisiológicos que impactan su calidad y duración. La respiración, la transpiración y la degradación de los compuestos celulares son algunos de estos procesos, que causan alteraciones en la textura, disminución de firmeza y reducción del contenido de nutrientes. La fresa se considera un fruto muy perecedero y propenso a descomponerse durante el transporte y almacenamiento, debido a su gran cantidad de agua y la falta de una cáscara que lo proteja. La alta tasa respiratoria del fruto también acelera los procesos metabólicos, lo cual favorece su rápida degradación y ablandamiento en caso de no utilizar métodos apropiados para la conservación tras su cosecha (**Wang et al., 2021**).

1.1.4 Métodos de conservación poscosecha de la fresa

En años recientes, se han creado diversas estrategias alternativas para optimizar la conservación de frutas frescas después de la cosecha. El empleo de revestimientos naturales, compuestos antimicrobianos, tratamientos con ozono y almacenamiento en frío son algunas de estas tecnologías que sobresalen. Estas estrategias posibilitan que la actividad metabólica del fruto se reduzca, el crecimiento microbiano se controle y la calidad fisicoquímica persista durante un tiempo más largo (**Li et al., 2024**).

1.1.5 Microorganismos asociados al deterioro de la fresa

Las fresas son muy vulnerables a ser atacadas por microorganismos en el proceso poscosecha. El hongo *Botrytis cinerea*, que causa la enfermedad llamada moho gris, es uno de los principales factores que contribuyen al deterioro. Este patógeno tiene la capacidad de crecer rápidamente en condiciones con temperaturas moderadas y humedad alta, lo que ocasiona el deterioro del fruto y grandes pérdidas durante el transporte y almacenamiento (**Xiang et al., 2022**).

1.1.6 Recubrimientos comestibles en frutas

Los recubrimientos comestibles son capas delgadas que se aplican sobre la superficie de los alimentos con el objetivo de aumentar su vida útil y mejorar su conservación son llamadas recubrimientos comestibles. Estos recubrimientos funcionan como barreras semipermeables, que limitan el crecimiento de microorganismos, regulan la transferencia de gases y disminuyen la pérdida de humedad. Asimismo, es posible que se elaboren a partir de lípidos, polisacáridos y proteínas naturales (**Blancas-Benítez et al., 2022**).

1.1.7 Albúmina como recubrimiento natural

La albúmina, proteína de origen natural, se emplea en recubrimientos comestibles por su capacidad de formar películas con propiedades de barrera al intercambio gaseoso y a la pérdida de humedad, contribuyendo a reducir la deshidratación y el deterioro poscosecha, además es segura y biodegradable. En este estudio, se utilizará como componente de la matriz proteica para evaluar su efecto en la calidad poscosecha de la fresa (**Nikbakht Nasrabadi et al., 2021**).

1.1.8 Aceite ozonizado en la conservación de alimentos

El aceite ozonizado se obtiene por la reacción del ozono con aceites vegetales, generando compuestos como peróxidos y ozonuros con propiedades antimicrobianas y antioxidantes, estos actúan oxidando las membranas celulares de microorganismos, inhibiendo su desarrollo, y retardando procesos de oxidación en el tejido vegetal. Su aplicación en frutas reduce el deterioro microbiológico y prolonga la vida útil durante el almacenamiento. En este estudio, se empleará como agente antimicrobiano en recubrimientos comestibles para evaluar su efecto en la calidad poscosecha de la fresa (**Dubey et al., 2022**).

1.1.9 Uso de la glicerina en la conservación poscosecha de frutos

La glicerina comestible o glicerol ($C_3H_8O_3$) es un alcohol trihidroxilado de naturaleza higroscópica, empleado como agente plastificante en recubrimientos comestibles por su capacidad de formar enlaces de hidrógeno con biopolímeros, su incorporación reduce la rigidez estructural e incrementa la flexibilidad de las películas, favoreciendo la formación de barreras semipermeables que regulan el intercambio gaseoso y la pérdida de agua, estas propiedades contribuyen a mantener la calidad fisicoquímica y prolongar la vida útil en poscosecha. En este estudio, se utilizará como plastificante en recubrimientos comestibles para evaluar su efecto en la calidad poscosecha de la fresa (Sánchez-Tamayo et al., 2024).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar productos alternativos en la poscosecha de frutos de fresa Monterrey (*Fragaria x ananassa*)

1.3.2 Objetivos específicos

) Determinar el producto alternativo idóneo para incrementar la vida útil del fruto de fresa Monterrey (*Fragaria x ananassa*)

) Establecer la dosis adecuada de los productos alternativos en la vida útil de la fresa Monterrey (*Fragaria x ananassa*) durante la poscosecha.

CAPÍTULO II. -METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del estudio

La investigación se realizó en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Técnica de Ambato, ubicado en el Campus Querochaca, perteneciente al cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Este sitio se encuentra a una altitud aproximada de 2800 m s. n. m. y presenta las siguientes coordenadas geográficas: 01° 24' 27" de latitud Sur y 78° 35' 00" de longitud Oeste.

2.2 Equipo y materiales

2.2.1 Equipos

-) Refractómetro digital
-) Balanza en gramos
-) Penetrómetro manual

2.2.2 Materiales

-) Albúmina
-) Fresas
-) Glicerina
-) Aceite ozonizado de palma (Alesol)
-) Agua destilada
-) Mandil
-) Probeta
-) Pinzas
-) 21 bandejas
-) Papel absorbente
-) Etiquetas

-) Guantes quirúrgicos
-) Mascarilla
-) Vasos de precipitación
-) Varilla de agitación
-) Colador
-) Libreta de apuntes
-) Computadora

2.3 Tipo de investigación

La presente investigación se desarrolló con un enfoque cuantitativo ya que se trabajó con datos numéricos para el análisis de los resultados obtenidos, asimismo se aplicaron procedimientos estadísticos que permitieron evaluar e interpretar el efecto de los diferentes productos alternativos sobre la vida útil poscosecha del cultivo de fresa.

2.4 Hipótesis

Hipótesis Nula (H₀): La aplicación de albúmina más glicerina y aceite ozonizado no muestran efectos en la duración de vida útil de fresa frente al testigo.

Hipótesis Alternativa (H₁): La aplicación de albúmina más glicerina y aceite ozonizado sí muestran efectos en la duración de vida útil de fresa frente al testigo.

2.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo 2x3+1 con tres repeticiones. Se aplicará una prueba de Tukey al 5% para las variables que resulten significativas.

2.5.1 Factores de estudio

Productos alternativos

F1: Albumina + Glicerina

F2: Aceite ozonizado

Dosis de aplicación

Albúmina	Aceite ozonizado
D1: 3 g/ L	D1: 3cc/L
D2: 5 g/ L	D2: 5cc/L
D3: 7 g/ L	D3: 7cc/L

2.5.2 Tratamientos

Tabla 1

Tratamientos aplicados en fresa

Tratamientos	Simbología	Descripción
1	F1D1	Albúmina + Glicerina (3g/L)
2	F1D2	Albúmina + Glicerina (5g/L)
3	F1D3	Albúmina + Glicerina (7g/L)
4	F2D1	Aceite ozonizado con 3 cc/ L
5	F2D2	Aceite ozonizado con 5 cc/ L
6	F2D3	Aceite ozonizado con 7 cc/ L
Testigo	T	Sn productos alternativos

Nota. * La frecuencia se realizó en una sola aplicación

2.5.3 Características de la unidad experimental

Número de repeticiones: 3

Número de tratamientos :7

Número de unidades experimentales:21

2.6 Manejo del experimento

2.6.1. Material vegetal

Para el desarrollo del experimento se utilizaron frutos de fresa de la variedad Monterrey, seleccionados en estado de madurez fisiológica adecuado (70–80 % de color rojo), se recolectaron 210 frutos sanos, uniformes y libres de daños físicos y fitosanitarios, los cuales fueron colocados en baldes plásticos para su posterior traslado y procesamiento experimental.

2.6.2 Preparación de solución albúmina + glicerina

Para la preparación de las soluciones, se consideró un volumen final de 1 L por tratamiento; se incorporaron 500 mL de glicerina (50 % v/v) y albúmina en concentraciones de 3, 5 y 7 g/L. La albúmina utilizada correspondió a un producto comercial en polvo de grado alimenticio, adquirido previamente para el desarrollo experimental.

Para su preparación, se colocaron aproximadamente 497, 495 y 493 mL de agua destilada en un vaso de precipitación, en el cual se disolvió la albúmina mediante agitación constante con una varilla de agitación, hasta lograr su completa solubilización y evitar la formación de grumos, posteriormente, se adicionaron 500 mL de glicerina de manera gradual, manteniendo la agitación continua para asegurar una adecuada homogenización de la mezcla. Finalmente, el volumen se ajustó hasta completar 1 L con agua destilada, considerando que la albúmina disuelta forma parte del volumen final de la solución.

2.6.3 Preparación de solución Aceite ozonizado de palma (Alesol)

Las soluciones de aceite ozonizado se prepararon considerando un volumen final de 1 L por tratamiento, empleando concentraciones de 3, 5 y 7 cc/L. El aceite ozonizado utilizado en la investigación fue donado por el Ing. Juan Yáñez.

Para su elaboración, se colocó aproximadamente 497, 495 y 493 mL de agua destilada en un vaso de precipitación, al cual se adicionó el volumen correspondiente de aceite ozonizado según la dosis establecida, la mezcla fue sometida a agitación constante con una varilla de agitación, con el fin de favorecer la dispersión del aceite en el medio acuoso debido a su naturaleza hidrofóbica. Posteriormente, el volumen se ajustó hasta completar 1 L con agua destilada, asegurando una adecuada homogenización antes de su aplicación.

2.6.4 Inmersión de los frutos de fresa en las diferentes soluciones

Los frutos de fresa fueron sometidos a un proceso de inmersión en las diferentes soluciones correspondientes a cada tratamiento experimental, posteriormente las fresas fueron sumergidas completamente en cada tratamiento durante un tiempo de 5 a 10 segundos, con la finalidad de lograr una cobertura uniforme sobre la superficie del fruto y favorecer el efecto de los recubrimientos en la conservación postcosecha.

2.6.5 Secado y etiquetado en las unidades experimentales

Posteriormente a la inmersión, los frutos de fresa fueron colocados sobre bandejas limpias y sometidos a un secado a temperatura ambiente, con la finalidad de eliminar el exceso de solución presente en la superficie del fruto y favorecer la formación uniforme del recubrimiento. Una vez secos, las unidades experimentales fueron debidamente etiquetadas de acuerdo con cada tratamiento y repetición para su correcta identificación. Posteriormente, los frutos fueron almacenados durante todo el período experimental bajo condiciones de temperatura ambiente de 19–22 °C y una

humedad relativa de 47–55 %, donde se realizaron las evaluaciones correspondientes a las variables de estudio.

2.7 Variables respuesta

2.7.1 Pérdida de peso del fruto

Los datos fueron registrados con ayuda de una balanza analítica, desde el día 1 hasta el día 5 posterior a la aplicación de los tratamientos, para la evaluación de esta variable se consideraron 10 frutos de fresa por tratamiento, los cuales fueron pesados individualmente durante cada día de evaluación para determinar los cambios ocurridos durante el período de almacenamiento.

Con los datos obtenidos se calculó el porcentaje de pérdida de peso mediante la siguiente expresión:

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = \frac{(P - P_0) \times 100}{P_0}$$

2.7.2 Firmeza del fruto (Kg/cm²)

La firmeza se determinó utilizando un penetrómetro GY-3 a los 5 días posteriores a la aplicación de los tratamientos, para esta evaluación se seleccionaron 10 frutos de fresa por tratamiento, en los cuales se realizaron las mediciones correspondientes para determinar la resistencia de la pulpa a la penetración.

2.7.3 Sólidos solubles totales (°Brix)

Los sólidos solubles totales se determinaron mediante un refractómetro digital, registrando los valores de grados Brix de los frutos a los 5 días posteriores a la aplicación de los tratamientos, para esta evaluación se consideraron 10 frutos de fresa por tratamiento, de los cuales se obtuvo el jugo para realizar las mediciones correspondientes.

2.7.4 Duración en percha (escala)

El grado de degradación de los frutos se evaluó mediante una escala visual de valoración, realizada a los 5 días posteriores a la aplicación de los tratamientos, para esta evaluación se consideraron 10 frutos de fresa por tratamiento, los cuales fueron observados individualmente y clasificados de acuerdo con el nivel de deterioro presentado.

Tabla 2

Escala de degradación de fresa.

Escala	Grado de Degradación	Descripción
1	Sin degradación	Fruto turgente y firme, con color rojo uniforme característico del estado de madurez, superficie brillante, epidermis íntegra, sin exudado, sin daño mecánico ni presencia de patógenos.
2	Degradación leve	Ligera pérdida de turgencia, leve ablandamiento, cambios mínimos de color (ligero oscurecimiento), inicio de exudación, sin presencia visible de moho.
3	Degradación moderada	Fruto blando, con pérdida evidente de turgencia, exudado visible, deformación parcial, oscurecimiento del tejido, posible aparición inicial de micelio o crecimiento microbiano.
4	Degradación severa	Fruto colapsado, con pérdida total de firmeza, alta exudación, presencia visible de moho (micelio abundante), fermentación y deterioro avanzado; no apto para consumo.

Fuente: Elaboración propia

2.8 Procesamiento de información y análisis estadístico

Una vez organizado los datos, se procesó la información con el programa Infostat, donde se aplicó un análisis de varianza (ANNOVA) y una prueba de Tukey al 5% para la comparación de medias.

CAPÍTULO III. -RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis estadístico y discusión de los resultados

3.3.1 Pérdida de peso del fruto (%)

Los resultados obtenidos para la variable pérdida de peso no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados; sin embargo, se evidenciaron diferencias numéricas entre los valores registrados, como se observa en la Tabla 3. El tratamiento F2D2 correspondiente a aceite ozonizado en dosis de 5 cc/L presentó el menor porcentaje de pérdida de peso con 22,49 %, seguido de F2D3 con 23,88 % y F2D1 con 24,59 %, mientras que el tratamiento testigo registró el valor más alto con 31,20 %. Estos resultados indican que el tratamiento F2D2 aplicado en dosis de 5 cc/L fue el más eficiente para conservar el peso fresco de los frutos durante el almacenamiento, mientras que el tratamiento testigo presentó una mayor pérdida de humedad y un acelerado deterioro fisiológico poscosecha debido a la ausencia de una barrera protectora sobre la superficie del fruto.

Tabla 3

Efectos de los tratamientos sobre la pérdida de peso %

Tratamientos	Dosis	Medias (%)	E.E	Rango	
F2D2	5	22,49	1,63	A	
F2D3	7	23,88	1,63	A	B
F2D1	3	24,59	1,63	A	B
F1D1	3	26,74	1,63	A	B
F1D2	5	27,30	1,63	A	B
F1D3	7	27,52	1,63	A	B
TESTIGO	0	31,20	1,63		B

Nota: Los valores acompañados de letras iguales no presentan diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). CV (%) = 10,75.

En este contexto, los tratamientos que incluyeron la aplicación de productos alternativos destacaron por presentar menores porcentajes de pérdida de peso en comparación con el tratamiento testigo, especialmente el tratamiento F2D2 correspondiente a aceite ozonizado en dosis de 5 cc/L, el cual mostró mayor eficiencia en la reducción de la pérdida de peso de los frutos durante el almacenamiento. Esto podría relacionarse con una mayor capacidad para disminuir la transpiración y conservar la humedad del fruto durante el período postcosecha. En relación con ello, **Rosero et al. (2020)** señalan que la efectividad de los tratamientos postcosecha depende tanto del tipo de producto aplicado como de la dosis utilizada, ya que concentraciones adecuadas contribuyen a reducir la pérdida de agua en los frutos al formar una barrera protectora que limita la deshidratación y retrasa el deterioro fisiológico durante el almacenamiento. Los autores mencionan además que la aplicación de dosis apropiadas favorece el mantenimiento del peso fresco y reduce el estrés fisiológico del fruto, permitiendo conservar por mayor tiempo sus características físicas y comerciales durante el período de conservación postcosecha.

3.3.2 Firmeza del fruto (Kg/cm²)

Los resultados obtenidos para la variable firmeza del fruto presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, como se observa en la Tabla 4. Los tratamientos F1D3 correspondiente a albúmina + glicerina en dosis de 7 g/L y F1D1 con 1,56 kg/cm² registraron los mayores valores de firmeza, seguidos de los tratamientos F2D2 correspondiente a aceite ozonizado en dosis de 5 cc/L y F1D2 con 1,53 kg/cm², mientras que el tratamiento testigo presentó el menor valor con 0,92 kg/cm². Estos resultados evidencian que la aplicación de productos alternativos contribuyó a mantener la firmeza de la fresa durante el almacenamiento poscosecha.

Asimismo, se observó que los tratamientos F1D3 en dosis de 7 g/L y F2D2 en dosis de 5 cc/L presentaron mejores resultados en la conservación de la firmeza del fruto. Esto podría atribuirse a que una concentración adecuada favorece una mejor cobertura sobre la superficie de la fresa, permitiendo conservar la estructura celular, reducir la pérdida de agua y retardar el ablandamiento del fruto durante el almacenamiento.

Por otra parte, el tratamiento testigo presentó el menor valor de firmeza, lo cual podría estar relacionado con la ausencia de una barrera protectora sobre la superficie del fruto, favoreciendo una mayor pérdida de humedad y acelerando el deterioro fisiológico durante la poscosecha.

Tabla 4

Efecto de los tratamientos en la firmeza del fruto

Tratamientos	Dosis	Medias (Kg/cm ²)	E. E	Rango	
F1D3	7	1,56	0,12	A	
F1D1	3	1,56	0,12	A	
F2D2	5	1,53	0,12	A	
F1D2	5	1,53	0,12	A	
F2D1	3	1,39	0,12	A	B
F2D3	7	1,31	0,12	A	B
Testigo	0	0,92	0,12	B	

Nota: Los resultados con letras iguales no muestran diferencias significativas entre tratamientos de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). CV (%) = 14,93.

Los tratamientos que incluyeron la aplicación de productos alternativos destacaron por conservar una mayor firmeza en comparación con el tratamiento testigo, especialmente los tratamientos F1D3 correspondiente a albúmina + glicerina en dosis de 7 g/L y F2D2 correspondiente a aceite ozonizado en dosis de 5 cc/L, lo que podría relacionarse con una disminución en la pérdida de humedad y una reducción de los procesos de degradación de la pared celular del fruto. Al respecto, **González-Cuello et al. (2022)** mencionan que la efectividad de los tratamientos poscosecha depende tanto del tipo de recubrimiento aplicado como de la dosis utilizada, indicando que concentraciones adecuadas permiten formar una barrera protectora sobre la superficie de la fresa, contribuyendo a conservar la firmeza del fruto durante el almacenamiento. Además, señalan que estos tratamientos disminuyen la respiración y retrasan los procesos de maduración y senescencia, favoreciendo el mantenimiento de la estructura celular y reduciendo el ablandamiento del fruto. Resultados similares se

observaron en la presente investigación, donde los tratamientos evaluados presentaron mayores valores de firmeza respecto al tratamiento testigo.

3.3.3 Sólidos solubles totales (°Brix)

Los resultados obtenidos para la variable sólidos solubles totales (°Brix) presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, además de diferencias numéricas entre los valores registrados, como se observa en la Tabla 5. El tratamiento F1D3 correspondiente a albúmina + glicerina en dosis de 7 g/L registró el mayor valor con 15,77 °Brix, seguido de los tratamientos F1D1 y F1D2, mientras que el tratamiento testigo presentó el menor valor con 12,03 °Brix. Estos resultados evidencian que la aplicación de albúmina + glicerina y aceite ozonizado contribuyó a mantener el contenido de sólidos solubles del fruto durante el almacenamiento poscosecha.

Asimismo, se observó que los tratamientos aplicados en dosis más altas presentaron mejores resultados en la conservación de los sólidos solubles, destacándose principalmente el tratamiento F1D3 correspondiente a albúmina + glicerina en dosis de 7 g/L, el cual mostró mayor eficiencia en el mantenimiento de los °Brix del fruto. Esto podría atribuirse a que una concentración adecuada favorece una mejor cobertura sobre la superficie de la fresa, ayudando a disminuir la pérdida de humedad, reducir la actividad respiratoria y conservar la calidad interna del fruto durante el almacenamiento.

Por otra parte, el tratamiento testigo presentó los menores valores de °Brix, lo cual podría estar relacionado con la ausencia de una barrera protectora sobre el fruto, favoreciendo una mayor actividad respiratoria y acelerando los procesos de maduración y deterioro fisiológico durante la poscosecha.

Tabla 5*Efecto de los tratamientos sobre los sólidos solubles totales del fruto*

Tratamientos	Dosis	Medias	E. E	Rango	
F1D3	7	15,77	0,73	A	
F1D1	3	14,89	0,73	A	B
F1D2	5	14,18	0,73	A	B
F2D1	3	12,90	0,73	A	B
F2D3	7	12,44	0,73	A	B
F2D2	5	12,03	0,73		B
Testigo	0	12,03	0,73		B

Nota: Los promedios identificados con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). CV (%) = 9,35.

Los tratamientos elaborados a base de albúmina + glicerina destacaron por presentar mayores valores de °Brix en comparación con los tratamientos con aceite ozonizado y el tratamiento testigo, especialmente el tratamiento F1D3 correspondiente a albúmina + glicerina en dosis de 7 g/L, el cual mostró mayor eficiencia en la conservación de los sólidos solubles totales del fruto durante el almacenamiento. Esto podría relacionarse con la formación de una película protectora sobre la superficie de la fresa, reduciendo la pérdida de humedad y disminuyendo la velocidad respiratoria, lo que favorece la conservación de azúcares y compuestos solubles presentes en el fruto. En relación con ello, **Panou et al. (2021)** mencionan que la efectividad de los tratamientos poscosecha depende tanto del tipo de recubrimiento aplicado como de la dosis utilizada, señalando que concentraciones adecuadas permiten mantener la calidad fisicoquímica de la fresa y conservar características relacionadas con los sólidos solubles totales, debido a la reducción de los procesos metabólicos y de senescencia durante el almacenamiento.

3.1.4 Duración en percha

Los resultados obtenidos para la variable duración en percha evidenciaron diferencias entre los tratamientos evaluados, como se observa en la Figura 1. Los

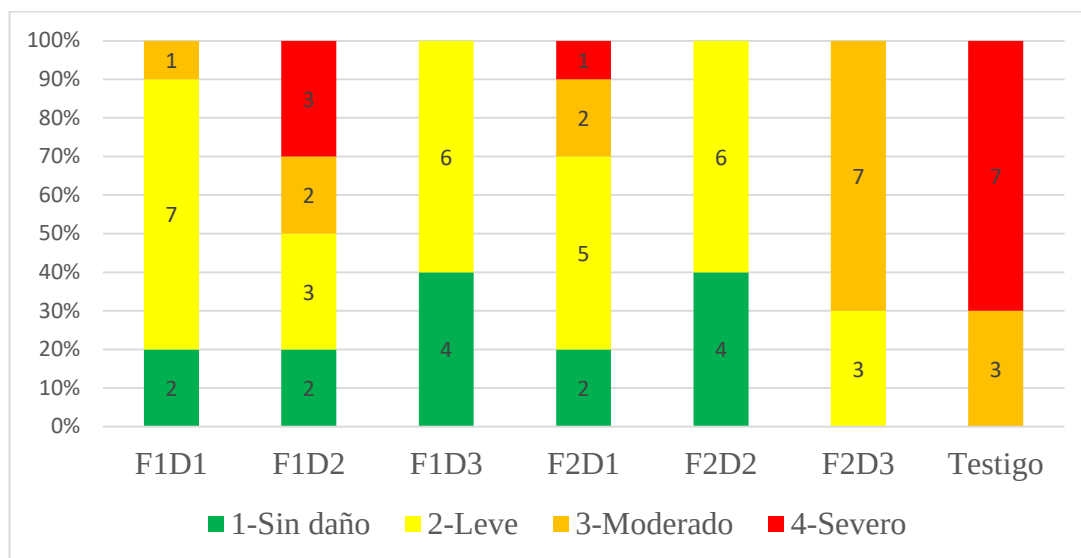
tratamientos F1D3 correspondiente a albúmina + glicerina en dosis de 7 g/L y F2D2 correspondiente a aceite ozonizado en dosis de 5 cc/L presentaron un mayor porcentaje de frutos sin daño y con daño leve, mientras que el tratamiento testigo registró el mayor porcentaje de daño severo. Estos resultados indican que la aplicación de albúmina + glicerina y aceite ozonizado contribuyó a retrasar el deterioro del fruto y conservar su calidad durante el almacenamiento poscosecha.

Asimismo, se observó que los tratamientos aplicados en dosis medias y altas presentaron mejores resultados en la conservación de la calidad de la fresa durante la duración en percha, destacándose principalmente el tratamiento F1D3 correspondiente a albúmina + glicerina en dosis de 7 g/L y el tratamiento F2D2 correspondiente a aceite ozonizado en dosis de 5 cc/L, los cuales mostraron mayor eficiencia en la reducción del daño del fruto durante el almacenamiento. Esto podría atribuirse a que una concentración adecuada favorece una mejor protección de la superficie del fruto frente a la pérdida de agua, el deterioro fisiológico y el desarrollo de daños visibles durante la poscosecha.

Por otra parte, el tratamiento testigo presentó el mayor porcentaje de daño severo, lo cual podría estar relacionado con la ausencia de una barrera protectora sobre la superficie del fruto, favoreciendo una mayor pérdida de humedad y acelerando los procesos de deterioro fisiológico durante la poscosecha.

Figura 1

Nivel de daño durante la duración en percha de fresa



Los tratamientos evaluados destacaron por mantener una menor incidencia de daño severo en comparación con el tratamiento testigo, especialmente los tratamientos F1D3 correspondiente a albúmina + glicerina en dosis de 7 g/L y F2D2 correspondiente a aceite ozonizado en dosis de 5 cc/L, los cuales presentaron una mejor conservación de la calidad del fruto durante la duración en percha. Esto podría relacionarse con la formación de una barrera protectora sobre la superficie de la fresa, reduciendo la pérdida de humedad y retardando los procesos de senescencia y deterioro fisiológico durante el almacenamiento. En el caso del aceite ozonizado, su efecto favorable podría atribuirse a sus propiedades antimicrobianas, las cuales contribuyen a disminuir el desarrollo de microorganismos responsables del deterioro poscosecha y favorecen la conservación de la calidad del fruto durante el almacenamiento. Estos resultados coinciden con lo reportado por **Firdous et al. (2023)**, quienes señalan que la aplicación de recubrimientos comestibles constituye una técnica poscosecha efectiva para minimizar las pérdidas de calidad en frutas frescas, debido a que reduce la pérdida de agua, disminuye la tasa respiratoria, retrasa los procesos de maduración y deterioro, y contribuye al mantenimiento de atributos físicos y comerciales como firmeza, apariencia y vida útil durante el almacenamiento. De igual manera,

Piechowiak et al. (2022) indican que la aplicación de tratamientos a base de ozono contribuye a retrasar el deterioro de los frutos durante el almacenamiento, al inhibir procesos asociados a la degradación de los tejidos y favorecer la conservación de la calidad poscosecha, prolongando así su vida útil y duración en percha.

CAPÍTULO IV. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Se determinó que la albúmina + glicerina a 7 g/L (F1D3) fue el producto alternativo más idóneo para incrementar la vida útil de la fresa Monterrey, al presentar los mayores valores de firmeza (1,56 kg/cm²), sólidos solubles totales (15,77 °Brix) y una mejor conservación durante la duración en percha, contribuyendo al mantenimiento de la calidad poscosecha del fruto.

Se estableció que las dosis más adecuadas de los productos alternativos fueron 7 g/L de albúmina + glicerina (F1D3) y 5 cc/L de aceite ozonizado (F2D2), debido a que permitieron conservar de mejor manera la calidad poscosecha de la fresa Monterrey; destacando F2D2 por registrar la menor pérdida de peso (22,49 %) y F1D3 por mantener la firmeza, los sólidos solubles totales y la duración en percha.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda utilizar albúmina + glicerina en dosis de 7 g/L como tratamiento poscosecha en frutos de fresa, debido a su efecto favorable en la conservación de la firmeza, los sólidos solubles totales y la duración en percha. Asimismo, se sugiere el uso de aceite ozonizado en dosis de 5 cc/L como alternativa para reducir la pérdida de peso y retrasar el deterioro fisiológico del fruto durante el almacenamiento.

Para futuras investigaciones, se recomienda evaluar la eficacia de estos productos alternativos bajo diferentes condiciones de temperatura y períodos de almacenamiento, así como incorporar análisis microbiológicos y sensoriales que permitan determinar de manera más integral su efecto sobre la calidad y vida útil de los frutos de fresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Barreto, J. F.-U.-C. (2023). Desarrollo y caracterización de recubrimientos comestibles a base de proteínas y aceites esenciales para la conservación de fresas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*, 24(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/15538362.2023.2180129>
- Arah, I. K., Ahorbo, G. K., Anku, E. K., Kumah, E. K., & Amaglo, H. (2020). Postharvest handling practices and treatment methods for tomato handlers in developing countries: A mini review. *Agriculture*, 20(7), 260.
<https://doi.org/10.3390/agriculture10070260>
- Berwa, N., Meena, R. L., Maji, S., Kumari, M., & Meena, K. (2024). Effect of edible coatings on morphological characters of strawberry fruits. *Journal of Experimental Agriculture International*, 46(10).
<https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i103008>
- Blancas-Benítez, F. J., Montaña-Leyva, B., Aguirre-Güitrón, L., Moreno-Hernández, C. L., Fonseca-Cantabrana, Á., Romero-Islas, L. C., & González-Estrada, R. R. (2022, Septiembre). Starch-based edible coatings for food packaging: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 139, 109063.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109063>
- Bruni, A. R. (2024). Extending the postharvest shelf life of strawberries through carrageenan/starch-based coating enriched with zinc oxide nanoparticles. *ACS Food Science & Technology*.
<https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.4c00574>
- Chiralt, A., & Vargas, M. (1 de Enero de 2020). Edible coatings to improve the storage life of fresh fruits. *Food Hydrocolloids*, 99(105634), 105634.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.04.002>
- da Silva, P. P. (2025). Antifungal Activity of Essential Oils against *Colletotrichum acutatum* Isolated from Strawberries. *Plants*, 14(16), 2565.
<https://doi.org/10.3390/plants14162565>
- Dubey, P., Singh, A., & Yousuf, O. (2022, Noviembre). In vitro antimicrobial activity of ozonated sunflower oil against foodborne pathogens. *Journal of Food Science and Technology*, 59(9), 108219.
<https://doi.org/10.1007/s11947-022-02876-3>
- Firdous, N., Moradinezhad, F., Farooq, F., & Dorostkar, M. (2023). Advances in formulation, functionality, and application of edible coatings on fresh produce and fresh-cut products: A review. *Food Chemistry*, 407.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135186>

- Giampieri, F., Forbes-Hernández, T. Y., Gasparrini, M., Afrin, S., Cianciosi, D., Reboredo-Rodríguez, P., & Battino, M. (2020). The healthy effects of strawberry bioactive compounds. *Agriculture*, 12(1), 130. <https://doi.org/10.3390/nu12010130>
- González-Cuello, Morón-Alcázar, & Pérez-Mendoza. (2022). Recubrimientos a base de goma gelana de bajo acilo conteniendo α -pineno y extracto de arándano para la conservación de la calidad postcosecha de fresas. *Información Tecnológica.*, 33(5), 93-102. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000500093>
- Guerreiro, A., Gago, C., Miguel, M. G., Faleiro, M. L., & Antunes, M. D. (2021). Improving the shelf-life of strawberry fruit with edible coatings enriched with essential oils. *Acta Horticulturae*, 1327, 597–606. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1327.79>
- Hafids, S., Utami, C. R., & Singapurwa, N. M. (2024). Effect of chitosan-based edible coating on the quality and shelf life of fresh strawberries. *Agricultural Power Journal*, 2(4). <https://doi.org/10.70076/apj.v2i4.112>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2022*. INEC, Quito. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Kebriti, I., Solgi, M., & Velashjerdi, M. (2025, Enero 11). Improving quality of strawberry by novel essential oil nanoemulsions of Echinophora platyloba combined with Aloe vera gel and gum arabic. *Scientific Reports*, 15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-025-86259-6>
- Khadre, M. A., Yousef, A. E., & Kim, J.-G. (2021, Noviembre 1). Microbiological aspects of ozone applications in food: A review. *Food Control*, 129, 108334. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108334>
- Khodaei, D. H.-E. (2021). Effect of edible coatings on the shelf life of fresh strawberries. *NFS Journal (Nota: Aunque el link dice Journal of Food Science and Nutrition, el identificador pertenece a NFS Journal)*, 23, 38-46. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nfs.2021.02.003>
- Lago, R. C. (2023.). Effect of coating with co-product-based bionanocomposites on the quality of strawberries under refrigerated storage. *Scientia Horticulturae*. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111668>
- Macías-Gallardo, F., Barajas-Díaz, C. G.-M., Mireles-Arriaga, A. I., & Ozuna, C. (febrero de 2023). Strawberry Variety Influences the Effectiveness of Postharvest Treatment with Gaseous Ozone. *Processes*, 11(2), 346. <https://doi.org/10.3390/pr11020346>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2022). *Producción y comercialización de frutilla en el Ecuador*. Informe Técnico Sectorial. <https://www.agricultura.gob.ec>

- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2023). *Escribe el nombre completo del documento (ej: Informe Estadístico de Producción Nacional)*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito: Dirección de Análisis de Información Agropecuaria (o el departamento que lo emite).
<https://www.agricultura.gob.ec/boletines-de-precios-y-produccion/>
- Nikbakht Nasrabadi, M., Sedaghat Doost, A., & Mezzenga, R. (2021, Julio). : Modification approaches of plant-based proteins to improve their techno-functionality and use in food products. *Food Hydrocolloids*, 118, 106789. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106789>
- Panou, A. A., Akrida-Demertzi, K., Demertzis, P., & Riganakos, K. A. (2021). Effect of gaseous ozone and heat treatment on quality and shelf life of fresh strawberries during cold storage. *International Journal of Fruit Science*(1), 218–231. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1866735>
- Petrasch, S., Mesquida-Pesci, S. D., Pincot, D. D., Feldmann, M. J., & Knapp, S. J. (2021). Genomic prediction of strawberry resistance to postharvest fruit decay caused by *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biology and Technology*, 175, 111512. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111512>
- Rashid, M. H., & Rahman, M. A. (2020). Effects of Modified Atmosphere Packaging (MAP) and Natural Edible Coatings on Controlling Postharvest Fungal Infection, Shelf Life Extension and Quality Retention of Strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). *Journal of Agriculture, Food and Environment*, 14–23. <https://doi.org/10.47440/JAFE.2020.1303>
- Rasouli, M., Koushesh Saba, M., & Farina, V. (2025). Quality changes and postharvest losses of strawberry fruit packed in nano-embedded biodegradable polyethylene films. *Scientific Reports*. <https://doi.org/DOI:10.1038/s41598-025-00616-z>
- Rosero, A., Patricio, E.-M., & Fernández., L. (2020). Recubrimientos comestibles con materiales micro/nanoestructurados para la conservación de frutas y verduras: una revisión. *infoANALÍTICA (de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador)*., 8(1), 149-178. <https://doi.org/https://doi.org/10.26807/ia.vi.181>
- Sánchez-Tamayo, M., Plaza-Dorado, J. L., & Ochoa-Martínez, C. (2024). Influence of Composite Edible Coating of Pectin, Glycerol, and Oregano Essential Oil on Postharvest Deterioration of Mango Fruit. *Food Science and Nutrition*, 12(12), 10646–10654. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/fsn3.4545>
- Sukhavattanakul, P., Chutichudet, B., & Chutichudet, P. (2023). Influence of a transparent and edible coating of encapsulated cannabidiol nanoparticles on the quality and shelf life of strawberries. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 15(22), 26468–26479. <https://doi.org/10.1021/acsami.3c04036>
- Taban, A., Movahhed Haghighi, T., Mousavi, S. S., & Sadeghi, H. (2024, Agosto). An alginate-based edible coating containing lactic acid bacteria extends the

shelf life of fresh strawberry (*Fragaria × ananassa*). *International Journal of Biological Macromolecules*, 271.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.133273>

- Taban, A., Movahhed Haghighi, T., Mousavi, S. S., & Sadeghi, H. (2024, Septiembre 1). Are edible coatings (with or without essential oil/extract) game changers for maintaining the postharvest quality of strawberries? A meta-analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 216, 113082.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.113082>
- Tomasz Piechowiak, D. M. (1 de Octubre de 2022). Impact of ozonation process on the level of selected health-promoting compounds in strawberry fruit (*Fragaria × ananassa* Duch.) during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 59(10), 3866-3874. <https://doi.org/110.3390/antiox11050821>
- Wang, F., Xiao, J., Zhang, Y., Li, R., Liu, L., & Deng, J. (2021). Biocontrol ability and action mechanism of *Bacillus halotolerans* against *Botrytis cinerea* causing grey mould in postharvest strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 174, 111456. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111456>
- Xiang, J., Liu, Z., Wang, C., Zhang, X., & Li, Y. (2022). Antifungal activity and mechanism of natural compounds against *Botrytis cinerea* in postharvest strawberry fruit. *Food Control*, 134, 108760.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.108760>

ANEXOS

FOTOGRAFÍCOS

Fotografía 1. Recolección de material vegetal de fresa



Fotografía 2. Insumos y preparación de las soluciones para recubrimientos comestibles a base de albúmina, glicerina y aceite ozonizado (Alizol).



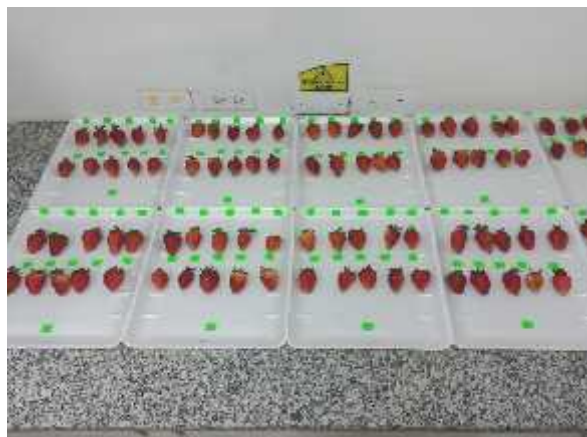
Fotografía 3. Aplicación del recubrimiento comestible mediante el método de inmersión en solución de albúmina.



Fotografía 4. Inmersión de frutos de fresa en la solución con aceite ozonizado



Fotografía 5. Etiquetado, distribución y secado de las unidades experimentales de fresa.



Fotografía 6. Determinación de la pérdida de peso en frutos de fresa



Fotografía 7. Determinación de la firmeza en frutos de fresa



Fotografía 8. Determinación del contenido de sólidos solubles totales (°Brix) en frutos de fresa



Fotografía 9. Evaluación de la vida útil postcosecha y evolución cronológica de los frutos de fresa



ANEXOS

Anexo 1. % de pérdida de peso

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%	21	0,57	0,39	10,75

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	149,90	6	24,98	3,14	0,0366
Tratamientos	142,11	2	71,05	8,92	0,0032
Dosis	2,47	2	1,24	0,16	0,8576
Tratamientos*Dosis	5,32	2	2,66	0,33	0,7216
Error	111,52	14	7,97		
Total	261,42	20			

Tratamientos/Grupo	Uña 1	Uña 2	Uña 3	Uña 4	Uña 5	Pérdida p. %	Uñico	Loco	%
1 F20 G1	12,10	15,30	1,51	1,22	12,30	3,50	33,15	3	33,15
2 F20 G1	12,10	17,50	5,12	1,22	13,87	5,31	37,1	3	37,1
3 F20 G1	12,10	17,21	5,12	1,22	12,13	5,17	35,12	3	35,12
4 F20 G1	22,12	18,32	7,34	12,42	1,86	5,13	35,42	5	35,42
5 F20 G1	12,12	17,50	3,42	1,11	13,48	5,34	35,42	5	35,42
6 F20 G1	12,52	14,46	13,12	1,22	11,49	4,14	28,1	5	28,1
7 F20 G1	12,22	15,16	13,12	1,22	1,51	4,17	25,12	7	25,12
8 F20 G1	11,11	13,17	12,11	1,11	1,13	3,19	22,1	7	22,1
9 F20 G1	11,42	12,12	12,11	1,22	1,32	4,16	22,11	7	22,11
10 F20 G1	11,42	12,11	14,11	1,11	1,16	4,11	17,1	7	17,1
11 F20 G1	11,12	12,14	14,11	1,11	1,41	4,14	17,41	7	17,41
12 F20 G2	11,22	14,17	12,11	1,41	12,17	2,12	17,1	2	17,1
13 F20 G2	11,42	14,15	12,11	1,41	11,10	1,17	14,12	2	14,12
14 F20 G2	12,52	17,12	12,11	1,22	1,38	3,19	21,42	2	21,42
15 F20 G2	11,52	16,10	12,11	1,41	13,56	3,17	22,12	2	22,12
16 F20 G2	11,12	16,12	12,11	1,22	12,81	4,15	24,12	2	24,12
17 F20 G2	11,42	13,12	12,11	1,22	10,15	3,16	22,12	2	22,12
18 F20 G2	12,12	16,12	12,11	1,22	12,23	3,17	21,12	2	21,12
19 Total G2	12,11	17,10	12,11	1,22	11,56	4,15	22,12	2	22,12
20 Total G3	11,21	11,17	12,11	1,22	1,11	5,12	22,12	2	22,12
21 Total G3	11,52	16,10	12,11	1,22	12,01	5,15	1,12	2	1,12

Anexo 2. Firmeza del fruto

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Día 5	21	0,62	0,45	14,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,99	6	0,16	3,78	0,0190
Tratamientos	0,91	2	0,45	10,39	0,0017
Dosis	0,03	2	0,01	0,31	0,7364
Tratamientos*Dosis	0,05	2	0,03	0,63	0,5488
Error	0,61	14	0,04		
Total	1,60	20			

1	Tratamientos	Grupos	Día 5					Tratamiento	Dosis	Día 5	
2	F1D1	G1	1,23					1	3	1,23	
3	F1D1	G1	1,45					1	3	1,45	
4	F1D1	G1	2,01					1	3	2,01	
5	F1D2	G1	1,78					1	5	1,78	
6	F1D2	G1	1,32					1	5	1,32	
7	F1D2	G1	1,50					1	5	1,50	
8	F1D3	G1	1,58					1	7	1,58	
9	F1D3	G1	1,55					1	7	1,55	
10	F1D3	G1	1,56					1	7	1,56	
11	F2D1	G2	1,42					2	3	1,42	
12	F2D1	G2	1,13					2	3	1,13	
13	F2D1	G2	1,61					2	3	1,61	
14	F2D2	G2	1,56					2	5	1,66	
15	F2D2	G2	1,5					2	5	1,60	
16	F2D2	G2	1,44					2	5	1,44	
17	F2D3	G2	1,2					2	7	1,20	
18	F2D3	G2	1,24					2	7	1,24	
19	F2D3	G2	1,48					2	7	1,48	
20	Testigo	G3	0,92					3	0	0,92	
21	Testigo	G3	0,9					3	0	0,90	
22	Testigo	G3	0,93					3	0	0,93	

Anexo 3. Sólidos solubles totales (°Brix)

Análisis de la varianza

Variable N R² R² Aj CV
Día 5 21 0,64 0,49 9,35

*Datos desbalanceados en celdas.
Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	40,00	6	6,67	4,20	0,0126
Tratamientos	35,06	2	17,53	11,05	0,0013
Dosis	3,33	2	1,67	1,05	0,3759
Tratamientos*Dosis	1,61	2	0,81	0,51	0,6124
Error	22,21	14	1,59		
Total	62,22	20			

1	Tratamientos	Grupos	Día 5					Tratamientos	Dosis	Día 5	
2	F1D1	G1	14,62					1	3	14,62	
3	F1D1	G1	15,61					1	3	15,61	
4	F1D1	G1	14,54					1	3	14,54	
5	F1D2	G1	15,06					1	5	15,06	
6	F1D2	G1	14,03					1	5	14,03	
7	F1D2	G1	13,46					1	5	13,46	
8	F1D3	G1	15,59					1	7	15,59	
9	F1D3	G1	17,92					1	7	17,92	
10	F1D3	G1	13,81					1	7	13,81	
11	F2D1	G2	15,43					2	3	15,43	
12	F2D1	G2	11,00					2	3	11,00	
13	F2D1	G2	11,35					2	3	11,35	
14	F2D2	G2	11,67					2	5	11,67	
15	F2D2	G2	12,63					2	5	12,63	
16	F2D2	G2	11,8					2	5	11,80	
17	F2D3	G2	12,00					2	7	12,00	
18	F2D3	G2	12,16					2	7	12,16	
19	F2D3	G2	12,29					2	7	12,29	
20	Testigo	G3	11,35					3	0	11,35	
21	Testigo	G3	12,00					3	0	12,00	
22	Testigo	G3	12,07					3	0	12,07	

Anexo 4. Duración en percha

Día 5				
TRATAMIENTOS	1-Sin daño	2-Leve	3-Moderado	4-Severo
F1D1	2	7	1	
F1D2	2	3	2	3
F1D3	4	6		
F2D1	2	5	2	1
F2D2	4	6		
F2D3		3	7	
Testigo			3	7