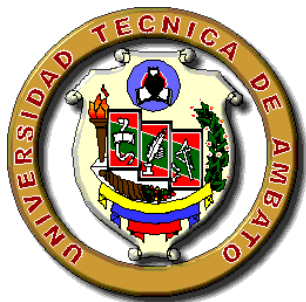




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA

**Evaluación de productos alternativos en la poscosecha de frutos de
mora de Castilla (*Rubus glaucus*)**

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

Autora: Villalva Villalva Ivonne Noemi

Tutor: Ing. Zurita Vásquez José Hernán, Mg.

CEVALLOS – ECUADOR

2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema: **“Evaluación de productos alternativos en la poscosecha de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus*)”** de la alumna Villalva Villalva Ivonne Noemi, estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, 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 TRABAJO DE TITULACIÓN

El suscrito, **Villalva Villalva Ivonne Noemi** portador de cédula de ciudadanía número: 1804811873, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: **“Evaluación de productos alternativos en la poscosecha de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus*)”** es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es expresamente de mi responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

Cevallos, junio 2026



Villalva Villalva Ivonne Noemi

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación de productos alternativos en la poscosecha de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus*)**” 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 autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final o de parte de él.

Cevallos, junio 2026



Villalva Villalva Ivonne Noemi

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el Trabajo de Titulación, "**Evaluación de productos alternativos en la poscosecha de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus*)**" de Villalva Villalva Ivonne Noemi, 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

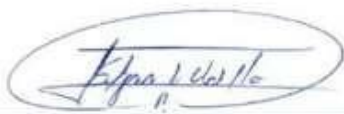
APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

Para constancia firman:



Ing. Santana Mayorga Rita Cumandá, Mg.

PRESIDENTE



Ing. Valle Velastegui Edgar Luciano, Mg

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Vázquez Freytez Carlos Luis, PhD.

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía y fortaleza en cada etapa de este camino, por brindarme salud, sabiduría y perseverancia para superar los desafíos y alcanzar esta meta tan importante en mi vida.

A mi querida mamita, Norma Villalva por su amor incondicional, sus consejos, su esfuerzo y por estar siempre a mi lado en cada momento de mi vida. Gracias por creer en mí, por apoyarme en cada decisión y por darme la fuerza necesaria para superar los obstáculos que se me presentaron en el camino. Su confianza, dedicación y apoyo fueron fundamentales para que hoy pueda alcanzar esta meta tan importante.

A Don José Cuadros por su apoyo, confianza y motivación durante todo este transcurso académico. Gracias por impulsarme a seguir adelante y por alentarme a cumplir esta meta profesional.

A mi padre, John Villalva, por el apoyo que me brindó cuando más lo necesité, por su ayuda. Gracias por impulsarme a luchar por mis sueños, por enseñarme a enfrentar las dificultades de la vida con esfuerzo y perseverancia, y por acompañarme en este importante camino de formación profesional.

A mi hermana Damaris Cuadros, por acompañarme siempre, por su apoyo incondicional, sus palabras de ánimo y por estar presente en cada momento cuando más lo necesité. Asimismo, a mi hermano, Daniel Villalva, por su ayuda, apoyo y confianza. A mi hermana Valery Villalva, con mucho cariño deseando que sigas adelante y luches por alcanzar cada uno de tus sueños. Gracias a todos por creer en mí.

A Romario Silva, por acompañarme durante todo este camino, por creer en mí, motivarme a seguir adelante y brindarme siempre su apoyo incondicional

Villalva Villalva Ivonne Noemi

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme con la vida, la salud y la fortaleza necesaria para culminar esta importante etapa de mi vida. Gracias por guiar mi camino, acompañarme en todo momento y permitirme alcanzar esta meta tan importante.

A mi querida madre, Norma Villalva por su amor, sus oraciones, apoyo incondicional y por acompañarme siempre en cada paso de este camino. Mamita, usted siempre luchó por mí y por sacarme adelante, brindándome lo mejor que estuvo a su alcance. No tengo como agradecerle todos los sacrificios, desvelos y esfuerzos que realizó para verme cumplir mis sueños. Todo lo que he logrado y todo lo que llegaré a ser se lo debo en gran parte a usted. Ha sido mi mayor motivación, mi ejemplo y el motor que me impulsa a seguir adelante. Este logro también es de usted. Le amo profundamente y le estaré eternamente agradecida por todo lo que ha hecho por mí.

A mi padre, John Villalva por apoyarme durante esta etapa de mi carrera, por acompañarme en este proceso y por contribuir a que hoy pueda alcanzar esta importante meta en mi vida.

A don José Cuadros por apoyarme durante todo este tiempo para lograr cumplir esta meta, a mi hermana Damaris Cuadros y a mi hermano Daniel Villalva por acompañarme y apoyarme siempre a lo largo de este camino. Gracias por estar presentes en los momentos más importantes de mi vida.

De manera especial, quiero agradecer a Romario Silva, por haberme acompañado durante todo este tiempo, desde el inicio hasta la culminación de esta importante etapa de mi vida. Gracias por estar a mi lado en cada momento, por su apoyo incondicional, su comprensión y por motivarme siempre a seguir adelante. Compartió conmigo los momentos de alegría, pero también aquellos que fueron difíciles. Gracias por creer en mí por celebrar mis logros como si fueran suyos y por caminar junto a mí hasta alcanzar esta meta tan importante. Siempre guardaré con gratitud y cariño todo lo que vivimos durante este tiempo. Que Dios le bendiga siempre.

A mi prima, Johana Guevara quien ha sido una persona muy especial en mi vida. Gracias por confiar siempre en mí, por apoyarme, animarme y motivarme en todo momento a seguir adelante y alcanzar esta meta. Siempre confiaste en que lo lograría, acompañándome con tus palabras de apoyo y cariño, tu presencia y afecto han sido muy importantes durante este proceso.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y contribuir a mi desarrollo académico y personal durante estos años de estudio. Agradezco a sus autoridades, docentes y personal administrativo por su dedicación y compromiso con la formación de profesionales, permitiéndome culminar con éxito esta importante etapa de mi vida.

A mi querido Tutor, Ing. José Hernán Zurita Vásquez, expreso mi más sincero agradecimiento por su guía, apoyo y dedicación durante el desarrollo de este trabajo de investigación. Gracias por compartir cada uno de sus conocimientos, por sus valiosas enseñanzas y por la orientación brindada en cada etapa de este proceso.

Un especial agradecimiento al Ing. Giovanny Velástegui por su apoyo y enseñanzas durante mi formación académica a lo largo de la carrera su valioso aporte será siempre recordado con gratitud y aprecio.

Al Ing. Luciano Valle, mi sincero agradecimiento por los conocimientos compartidos, su orientación y apoyo durante mi formación académica. Su contribución fue valiosa para mi crecimiento personal y académico.

Agradezco al Ing. Jorge Dobronski por los conocimientos compartidos el apoyo brindado durante cada clase, sus enseñanzas y cada consejo fueron de gran valor para fortalecer mis conocimientos y seguir creciendo en mi carrera.

Mi más profunda gratitud al Ing. Segundo Curay por su apoyo y ayuda brindados durante este proceso académico. Su compromiso y dedicación fueron fundamentales para fortalecer mis conocimientos y mi crecimiento como futura profesional.

Expreso mi sincero agradecimiento al Ing. Marco Pérez por su valiosa orientación, apoyo y enseñanzas brindadas durante mi formación académica. Su disposición para compartir sus conocimientos y experiencias contribuyó significativamente a mi crecimiento profesional y personal.

A cada uno de los ingenieros que formaron parte de mi formación académica, gracias por compartir sus conocimientos, experiencias y enseñanzas a lo largo de mi carrera. Gracias por su dedicación, compromiso y por contribuir a mi crecimiento profesional, dejando valiosas lecciones que me acompañarán en mi vida.

A los pocos amigos que me deja esta hermosa etapa universitaria, de manera especial a Marjorie Torosina, con quien en poco tiempo formé una linda amistad. Y a los demás amigos que me deja esta hermosa etapa, gracias por acompañarme, compartir momentos inolvidables y formar parte de este camino lleno de aprendizajes y experiencias.

A mi querida amiga Luz Nuñez, gracias por haber sido parte fundamental en esta etapa universitaria, por convertirte en mi mejor amiga gracias por ayudarme a lo largo de estos años de carrera, por compartir conmigo cada desafío, cada experiencia nos permitió crecer tanto personal como académicamente. Juntas recorrimos un camino lleno de esfuerzos, sacrificios y metas por alcanzar y superar cada obstáculo que se presentó, me siento muy agradecida por haberte conocido y por haber construido una amistad tan valiosa. Espero que Dios bendiga siempre tu vida y permita que nuestra amistad perdure a través del tiempo, porque sin importar donde nos encontremos siempre contaremos la una con la otra, siempre sigue adelante mereces muchas cosas hermosas y Dios nunca te dejara sola aquí me tienes siempre cuando necesites Lucesito y guardaré para siempre los recuerdos que construimos juntas. Tú

amistad fue un apoyo invaluable en este camino, pues juntas nos motivamos a seguir adelante, a no rendirnos y a luchar por nuestras metas a pesar de las dificultades.

En especial, quiero agradecer a mi querida amiga Valentina Cánepa, por haber estado presente durante esta etapa de mi vida. Me alegra mucho haber compartido tantos momentos, recuerdos juntas desde el inicio de la carrera fuimos las dos para todo, pues con el paso del tiempo nos convertimos en mejores amigas que solo las dos entendemos la hermosa amistad que construimos, gracias por tu amistad sincera, por cada risa, cada trabajo realizado juntas y por todos los momentos especiales que vivimos a lo largo de estos años. Espero que Dios permita que nuestra amistad perdure siempre y que, aun cuando la distancia nos separe, podamos seguir contando la una con la otra como hasta ahora. Te llevaré siempre con mucho cariño en mi corazón mi Vale.

Villalva Villalva Ivonne Noemi

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE 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
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO	3
1.1 Antecedentes investigativos	3
1.2 Bases conceptuales	5
1.2.1 Valor nutricional y compuestos bioactivos de la mora	5
1.2.2 Características fisiológicas del fruto	5
1.2.3 Cambios durante la maduración	5
1.2.4 Manejo poscosecha.....	6
1.2.5 Uso de productos alternativos en poscosecha	6
1.2.6 Fundamentos y síntesis de aceites vegetales ozonizados.....	6
1.2.7 Glicerina en recubrimientos comestibles	7
1.2.8 Recubrimientos comestibles a base de proteínas (Albúmina).....	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 Equipos 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.....	11
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.....	12
2.6.4 Inmersión de los frutos de mora en las diferentes soluciones	13
2.6.5 Secado y etiquetado de las unidades experimentales.....	13
2.7 Variables respuesta	13
2.7.1 Pérdida de peso del fruto (g).....	13
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).....	14
2.8 Procesamiento de la información y análisis estadístico.....	15
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
3.1 Evaluación de productos alternativos y dosis en la poscosecha de la mora de Castilla	16

3.1.1 Pérdida de peso del fruto (%).....	16
3.1.2 Firmeza del fruto (Kg/cm ²)	17
3.1.3 Sólidos solubles totales (°Brix).....	18
3.1.4 Duración en percha.....	20
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	22
4.1 Conclusiones.....	22
4.2 Recomendaciones.....	22
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
ANEXOS	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Tratamientos aplicados en mora.....</i>	<i>11</i>
Tabla 2. <i>Escala de evaluación del grado de degradación del fruto de mora</i>	<i>15</i>
Tabla 3. <i>Efecto de los tratamientos sobre la pérdida de peso</i>	<i>16</i>
Tabla 4. <i>Efecto de los tratamientos en la firmeza del fruto</i>	<i>18</i>
Tabla 5. <i>Efecto de los tratamientos sobre los sólidos solubles totales del fruto.....</i>	<i>19</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Distribución del grado de degradación de los frutos de mora (duración en percha) bajo diferentes tratamientos</i>	<i>20</i>
---	-----------

RESUMEN EJECUTIVO

La mora de Castilla presenta una alta perecibilidad, lo que ocasiona pérdidas significativas durante la poscosecha debido a su rápido deterioro. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la eficacia de productos alternativos en la poscosecha de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus*), con el fin de identificar el tratamiento más adecuado para prolongar su vida útil y mantener sus características de calidad. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo experimental, utilizando un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo factorial $2 \times 3 + 1$ con tres repeticiones. Se evaluaron albúmina + glicerina en dosis de 3, 5 y 7 g/L, aceite ozonizado en dosis de 3, 5 y 7 cc/L, además de un tratamiento testigo. Las variables analizadas fueron pérdida de peso, firmeza del fruto, sólidos solubles totales ($^{\circ}\text{Brix}$) y duración en percha durante un periodo de almacenamiento de cinco días. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos. Los tratamientos con aceite ozonizado presentaron los menores porcentajes de pérdida de peso (16,31 %–17,95 %), los mayores valores de firmeza (0,43–0,44 kg/cm²) y una menor degradación de los frutos durante el almacenamiento. Por su parte, los tratamientos con albúmina + glicerina registraron mayores valores de sólidos solubles totales (10,98–11,91 $^{\circ}\text{Brix}$). Además, la dosis de 7 cc/L de aceite ozonizado presentó los mejores valores numéricos de firmeza y conservación del fruto. Se concluye que el aceite ozonizado fue el producto alternativo más eficaz para la conservación poscosecha de la mora de Castilla, al reducir la pérdida de peso, mantener la firmeza y disminuir el deterioro de los frutos durante el almacenamiento.

PALABRAS CLAVE: mora de castilla, poscosecha, aceite ozonizado, albúmina, glicerina, conservación de frutos, vida útil.

ABSTRACT

Andean blackberry (*Rubus glaucus*) is highly perishable, leading to significant postharvest losses due to its rapid deterioration. This study aimed to evaluate the effectiveness of alternative products for postharvest management in order to identify the most suitable treatment to extend shelf life and maintain fruit quality. The research followed a quantitative experimental approach using a completely randomized design (CRD) with a $2 \times 3 + 1$ factorial arrangement and three replications, where treatments included albumin + glycerin at doses of 3, 5, and 7 g/L, ozonized oil at doses of 3, 5, and 7 cc/L, and a control. The evaluated variables were weight loss, fruit firmness, total soluble solids ($^{\circ}\text{Brix}$), and shelf life over a five-day storage period. The results showed significant differences among treatments, with ozonized oil presenting the lowest weight loss (16.31%–17.95%), the highest firmness values (0.43–0.44 kg/cm²), and reduced fruit deterioration, while albumin + glycerin treatments resulted in higher total soluble solids (10.98–11.91 $^{\circ}\text{Brix}$). Additionally, the 7 cc/L dose of ozonized oil achieved the best numerical values in terms of firmness and preservation. It is concluded that ozonized oil was the most effective alternative for postharvest conservation of Andean blackberry, as it reduced weight loss, maintained firmness, and minimized fruit deterioration during storage.

KEYWORDS: andean blackberry, postharvest, ozonized oil, albumin, glycerin, fruit preservation, shelf life

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La mora de castilla (*Rubus glaucus*), también denominada mora andina, se ha consolidado como uno de los rubros frutícolas de mayor relevancia socioeconómica en las zonas altas del Ecuador y la región andina, gracias a sus cualidades nutritivas y su aptitud para la comercialización como fruta fresca o procesada. Este fruto sobresale por sus altos niveles de antocianinas, vitamina C y diversos antioxidantes que contribuyen a la salud humana, pese a que el incremento en la superficie cultivada ha posicionado a la fruta como un rubro esencial para pequeños y medianos agricultores, la falta de una gestión poscosecha eficiente restringe su potencial comercial **(Abril-Espin et al., 2024)**.

La provincia de Tungurahua se destaca como una de las principales zonas productoras, según los datos del Sistema de Información Pública Agropecuaria, la producción alcanza aproximadamente 7.098 toneladas anuales en una superficie cercana a 868 hectáreas. Esta actividad genera empleo directo para más de 12.000 personas, en su mayoría mujeres del sector rural, especialmente en cantones como Ambato, Patate y Pelileo. Debido a su importancia económica, este cultivo constituye una fuente relevante de ingresos para numerosas familias, con precios que pueden variar entre 7 y 15 dólares por balde **(Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2024)**.

Los frutos presentan una alta vulnerabilidad a la degradación tras la cosecha, lo que conlleva pérdidas que alcanzan entre el 30% y el 50% de la producción. Esto ocurre debido a factores como la rápida pérdida de agua, el ablandamiento de la pulpa, la oxidación del color y el crecimiento de hongos. Estos procesos están asociados a una elevada tasa de respiración, la generación de etileno y la susceptibilidad de daños físicos durante la manipulación, el transporte y el almacenamiento. En entornos tropicales, donde la temperatura y la humedad no siempre son adecuadas, el deterioro

se acelera, reduciendo la vida útil del fruto apenas 3 a 5 días a temperatura ambiente **(Shah, 2025)**.

Ante esta situación, las prácticas poscosecha tradicionales, como la refrigeración básica o el uso de empaques convencionales, no resultan suficientes para prolongar de manera efectiva y sostenible la vida comercial del fruto. Por ello, diversas investigaciones resaltan la importancia de incorporar tecnologías innovadoras que permitan reducir la dependencia de productos químicos sintéticos y responder a la creciente demanda de alimentos más seguros y amigables con el medio ambiente. En este ámbito, los productos alternativos, como los recubrimientos comestibles elaborados a partir de biopolímeros naturales y extractos vegetales, han demostrado reducir la pérdida de humedad del fruto **(Arrubla Vélez et al., 2021)**.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la eficiencia de distintos productos alternativos aplicados en la conservación de frutos, con la finalidad de determinar qué tratamiento permite mantener mejor sus características físicas y prolongar su vida útil durante el almacenamiento. Se espera que los resultados obtenidos aporten información útil para el desarrollo de estrategias prácticas que puedan ser adoptadas por los productores del país, además de generar conocimientos científicos orientado al mejoramiento del manejo y conservación de este cultivo en sistemas productivos andinos **(Íñiguez et al., 2024)**.

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

Toscano Ávila et al. (2020) evaluaron el efecto de un recubrimiento de celulosa bacteriana (*Komagataeibacter xylinus*) para optimizar la conservación de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth). Los autores determinaron que esta película biopolimérica actúa como una barrera física y biológica que inhibe el crecimiento microbiano, extendiendo la vida útil del fruto hasta por 9 días a 4 °C. Asimismo, la investigación destacó que bajo condiciones de ultracongelación (-80 °C), el recubrimiento previene la pérdida de color y mantiene estables parámetros como la acidez titulable y los sólidos solubles durante 18 días, asegurando la aceptabilidad comercial del producto.

Sabir et al. (2024) demostraron que la aplicación de quitosano al 1% mejora la conservación de vid orgánica (*Vitis vinifera* L.) variedad Crimson Seedlees. En su estudio, evaluaron el uso de este biopolímero mediante inmersión en etapas de precosecha (10 días antes de la recolección) y poscosecha (en bayas sin pedicelo). Los resultados indicaron que el tratamiento combinado (pre + poscosecha) es el más eficaz para prolongar la vida útil hasta 42 días en refrigeración ($1,0 \pm 0,5$ °C), ya que reduce la pérdida de peso y la actividad de la enzima poligalacturonasa, preservando así la firmeza, el color y el contenido de compuestos bioactivos.

Iñiguez-Moreno y González- González (2025) examinaron el impacto de recubrimientos comestibles por quitosano al 0,8 % (CH), enriquecidos con gelatina al 0,2% (Ge) y ácido salicílico 2Mm (SA) en la conservación poscosecha de fresas. A través de análisis de microscopía de fuerza atómica (AFM) y electrónica de barrido (SEM), se determinó que esta formulación incrementa la rugosidad superficial y mejora la barrera ultravioleta en un 10 %, reduciendo simultáneamente la permeabilidad al vapor de agua. Tras 14 días de almacenamiento a $3,0 \pm 1,0$ °C, el tratamiento combinado demostró ser el más eficaz al mitigar la pérdida de firmeza y reducir el desarrollo de enfermedades en un $84,30 \pm 3,62$ % manteniendo estables los sólidos solubles totales y pH del fruto.

Arrubla-Vélez et al. (2021) investigaron el efecto de un recubrimiento comestible diseñado para prolongar la vida útil de la mora andina. La formulación evaluada consistió en una mezcla de 20% de gel de Aloe vera, 3% de almidón de plátano, 1,5% de glicerol y 0,1% de aceite esencial de mandarina. Mediante la técnica de inmersión y almacenamiento a 4° C, los autores demostraron que esta película biopolimérica actúa como una barrera física que estabiliza los sólidos solubles totales entre 5,2 y 5,6 Brix. Además, el tratamiento permitió conservar una alta concentración de fenoles totales ($412,71 \pm 37,5$ mg GAE L⁻¹), logrando extender la viabilidad de las bayas de 4 a 19 días.

Singh y Packirisamy (2022) desarrollaron recubrimientos comestibles basados en una matriz de fibroína de seda (8% p/v) y alcohol polivinílico (10% p/v), enriquecidos con curcumina y miel al 1% (p/v). La investigación se ejecutó mediante la implementación de técnicas de recubrimientos por inmersión y síntesis de nanofibras electrohiladas. A través de análisis de espectroscopia UV-visible y ensayos de DPPH, se confirmó que esta formulación actúa como una barrera física eficiente, logrando reducir la tasa de respiración y preservar la firmeza de los productos hortícolas y frutales frente a los métodos de conservación convencionales.

En un meta-análisis de 127 investigaciones sobre la fisiología poscosecha en el género *Rubus* spp., **Shah et al. (2023)** determinaron que los recubrimientos comestibles presentaron un índice de éxito del 42% superando notablemente a tecnologías como el 1-metilciclopropeno (32%) y la refrigeración convencional (18%). Según este estudio, la implementación de dichas películas biopoliméricas permite obtener una firmeza 38% superior y una estabilidad de antocianinas un 29% mayor, logrando extender la vida comercial de la baya hasta 14.6 días bajo condiciones de almacenamiento a 4°C.

1.2 Bases conceptuales

1.2.1 Valor nutricional y compuestos bioactivos de la mora

Es reconocida por su alto contenido de compuestos bioactivos que contribuyen a sus propiedades nutricionales y funcionales. Diversas investigaciones han demostrado que este fruto contiene cantidades importantes de polifenoles, flavonoides y antocianinas, compuestos responsables de su elevada capacidad antioxidante. Debido a estas características, es considerada un alimento funcional con gran potencial dentro de la alimentación saludable (Samaniego et al., 2020).

1.2.2 Características fisiológicas del fruto

Desde el punto de vista fisiológico, se consideran los procesos metabólicos y bioquímicos que ocurren durante su desarrollo, maduración y senescencia. En el caso de *Rubus glaucus*, el fruto se caracteriza por presentar una elevada tasa respiratoria y una estructura celular delicada, lo que lo convierte en un producto altamente perecedero. Durante la maduración se producen cambios fisiológicos importantes, como el incremento de los sólidos solubles (azúcares), la disminución de la acidez, el ablandamiento del tejido debido a la degradación de pectinas en la pared celular y la coloración oscura asociada a la acumulación de antocianinas (Barba-Ostria et al., 2024).

1.2.3 Cambios durante la maduración

Durante el proceso el fruto presenta modificaciones fisicoquímicas y bioquímicas que influyen directamente en su calidad y características sensoriales. En el caso de la *Rubus glaucus*, el avance del estado de madurez se asocia con un incremento en los sólidos solubles totales, una reducción de la acidez titulable y un cambio progresivo en la firmeza del fruto debido al ablandamiento del tejido. Además, durante esta etapa aumenta la concentración de pigmentos como las antocianinas, responsables de la coloración oscura característica de la mora, lo cual también se relaciona con su capacidad antioxidante (Horvitz & Chanaguano, 2020).

1.2.4 Manejo poscosecha

El manejo poscosecha incluye una serie de actividades que se realizan después de la recolección con el propósito de conservar la calidad del fruto y reducir las pérdidas durante su comercialización. Debido a que la mora posee tejidos delicados y una elevada actividad respiratoria, tiende a deteriorarse rápidamente si no se aplican condiciones adecuadas de manipulación y almacenamiento. Por esta razón, prácticas como la selección del fruto, el uso de envases apropiados, el manejo cuidadoso durante el transporte y el almacenamiento en condiciones de baja temperatura son fundamentales para mantener sus características físicas, sensoriales y microbiológicas **(Teneda et al., 2024)**.

1.2.5 Uso de productos alternativos en poscosecha

El uso de productos alternativos en el manejo poscosecha de frutas han ganado interés en los últimos años como una estrategia para reducir el deterioro y prolongar la vida útil de productos altamente perecederos. Asimismo, se han estudiado sustancias como aceites ozonizados y proteínas naturales, entre ellas la albúmina, que presentan propiedades antimicrobianas y protectoras, lo que las convierte en opciones prometedoras para mejorar la conservación poscosecha de frutas **(Sun et al., 2023)**.

1.2.6 Fundamentos y síntesis de aceites vegetales ozonizados

El aceite ozonizado de palma es un compuesto biológicamente activo obtenido mediante la reacción de ozonólisis, la cual consiste en la saturación de ácidos grasos insaturados provenientes de una fuente lipídica, como el aceite vegetal (Alesol), con gas ozono (O₃). Durante este proceso, el ozono reacciona directamente con los dobles enlaces de carbono de los triacilglicerolos, lo que da lugar a la formación de metabolitos secundarios estables conocidos como ozónidos, peróxidos y aldehídos **(Sitoe et al., 2025)**.

Químicamente, esta transformación se logra mediante el burbujeo controlado de una mezcla de ozono y oxígeno en el sustrato oleoso, modificando su estructura

molecular para conferirle propiedades germicidas de amplio espectro. Estas sustancias resultantes actúan desestabilizando las paredes celulares de microorganismos fitopatógenos, lo que permite un control eficiente de bacterias y hongos. Según **Sitoe et al. (2025)**, el uso de estas tecnologías basadas en ozono representa una alternativa sostenible en la conservación poscosecha, ya que no solo mejora la inocuidad microbiológica de hortalizas y frutales, sino que también ralentiza los procesos de degradación metabólica, prolongando la vida comercial de los productos tratados.

1.2.7 Glicerina en recubrimientos comestibles

La glicerina se define como un compuesto ampliamente utilizado como agente plastificante en la formulación de recubrimientos comestibles. Su integración en matrices de biopolímeros optimiza la flexibilidad y la capacidad de formación de películas protectoras sobre la superficie de los frutos. Estos recubrimientos operan como barreras semipermeables que regulan el intercambio gaseoso y mitigan la pérdida de humedad, contribuyendo así a la preservación de la firmeza y los atributos de calidad en los productos hortofrutícolas durante el almacenamiento (**Krishnan et al., 2025**).

1.2.8 Recubrimientos comestibles a base de proteínas (Albúmina)

Los recubrimientos elaborados a partir de polímeros de origen proteico, como la albúmina, destacan por su capacidad para formar estructuras de red densas y cohesivas mediante interacciones intermoleculares como enlaces de hidrógeno y disulfuro. Esta morfología estructural confiere a las películas una excelente propiedad de barrera contra el oxígeno y otros gases, además proporciona una adhesión mecánica superior sobre superficies biológicas irregulares. Su funcionalidad se optimiza con agentes plastificantes, lo que reduce la fragilidad y asegura la integridad del recubrimiento durante la manipulación y el almacenamiento del fruto (**Mihalca et al., 2021**).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar productos alternativos en la poscosecha de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus*).

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el producto alternativo idóneo para incrementar la vida útil del fruto de mora de Castilla (*Rubus glaucus*).

- Establecer la dosis adecuada de aplicación de productos alternativos en la vida útil de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*) 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. Las coordenadas y altitud fueron obtenidas mediante el Geoportal del Instituto Militar del Ecuador **(IGM,2023)**.

2.2 Equipos y materiales

2.2.1 Equipos

- Balanza analítica
- Refractómetro digital
- Penetrómetro manual

2.2.2 Materiales

- Mora
- Albúmina
- Glicerina
- Aceite de palma (Alesol) ozonizado
- Agua destilada
- Mandil
- Probeta
- Pinzas
- Varilla de agitación
- Colador
- 21 bandejas

- Papel absorbente
- Etiquetas
- Guantes quirúrgicos
- Mascarilla
- Vasos de precipitación
- Libreta de apuntes
- Computadora

2.3 Tipo de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y de tipo experimental, debido a que se empleó el uso de datos numéricos para el análisis de la información. Además, se aplicaron métodos estadísticos que permitieron interpretar los resultados obtenidos y evaluar el efecto de los diferentes productos alternativos en la poscosecha del cultivo de mora (**Hernández Sampieri et al., 2018**).

2.4 Hipótesis

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

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

2.5 Diseño experimental

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

2.5.1 Factores de estudio

Factor A: Productos alternativos

F1: Albúmina + Glicerina

F2: Aceite ozonizado

Factor B: Dosis de aplicación

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

2.5.2 Tratamientos

Tabla 1.

Tratamientos aplicados en mora

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 3 cc/ L
5	F2D2	Aceite ozonizado 5 cc/ L
6	F2D3	Aceite ozonizado 7 cc/ L
Testigo	T	Sin productos alternativos

Nota. La aplicación de los tratamientos se realizó una sola vez

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 mora de Castilla, seleccionados en estado de madurez fisiológica grado 5, caracterizado por presentar una coloración rojiza y escasa presencia de drupas moradas. Se recolectaron 210 frutos, los cuales fueron colocados en baldes plásticos para su posterior traslado y procesamiento experimental.

2.6.2 Preparación de solución albúmina + glicerina

En la elaboración de las películas protectoras se estandarizó cada tratamiento a un volumen final de 1 litro. El procedimiento consistió en la mezcla de 500 ml de glicerina (50 % v/v) con una cantidad específica de agua destilada y albúmina, de acuerdo con la dosis correspondiente. La albúmina utilizada en la investigación fue adquirida comercialmente de la empresa Ovobrand.

Se prepararon tres soluciones de albúmina a concentraciones de 3, 5 y 7 g/l. Para ello, se utilizaron 497, 495 y 493 ml de agua destilada, junto con 3, 5 y 7 g de albúmina. En todos los casos, se mantuvo una agitación constante hasta lograr la completa solubilización de las soluciones.

2.6.3 Preparación de solución Aceite ozonizado

La preparación de estos tratamientos se basó en la dilución del aceite ozonizado en agua destilada, ajustando las proporciones para alcanzar un volumen total de 1 litro. El aceite ozonizado empleado en la investigación fue proporcionado mediante donación.

Para la dosis de 3 cc/L, se dosificaron 3cc de aceite ozonizado en 997 ml de agua destilada. En la concentración de 5 cc/L, se añadieron 5 cc de aceite a 995 ml de agua destilada. Para el tratamiento de 7 cc/L, se incorporaron 7 ml de aceite en 993 ml de agua destilada. Debido a la diferencia de densidades se realizó una mezcla vigorosa previa a la inmersión para asegurar la dispersión uniforme del aceite en la solución.

2.6.4 Inmersión de los frutos de mora en las diferentes soluciones

Una vez preparadas y estabilizadas las soluciones, se procedió a la aplicación de los tratamientos mediante la técnica de inmersión. Para cada unidad experimental, se utilizaron 10 frutos de mora, previamente seleccionados en estado de madurez grado 5, los frutos fueron sumergidos en sus respectivas soluciones durante 5 segundos, con el propósito de garantizar una cobertura uniforme sobre toda su superficie.

2.6.5 Secado y etiquetado de las unidades experimentales

Posterior a la inmersión en las respectivas soluciones, los frutos fueron colocados momentáneamente en un colador con la finalidad de eliminar el exceso de solución adherida a su superficie.

Una vez escurridos, los frutos se distribuyeron en bandejas plásticas colocando 10 frutos por cada unidad experimental. En total, se conformaron 21 bandejas, las cuales fueron debidamente etiquetadas de acuerdo con el tratamiento y repetición correspondiente, con el fin de facilitar su identificación y seguimiento durante las evaluaciones.

2.7 Variables respuesta

2.7.1 Pérdida de peso del fruto (g)

La variable pérdida de peso del fruto se evaluó mediante una balanza analítica. Para cada unidad experimental se consideraron 10 frutos de mora. Se realizó un registro inicial previo a la aplicación de los tratamientos y, posteriormente, se efectuó

una medición al día 5 del periodo de almacenamiento, bajo condiciones de laboratorio a una temperatura de 19-22 °C y una humedad relativa de 47-55 % con la finalidad de determinar la variación del peso de los frutos.

Con los datos obtenidos se calculó el porcentaje de pérdida de peso mediante la siguiente expresión, de acuerdo con la metodología descrita por **Kader (2002)**:

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

2.7.2 Firmeza del fruto (Kg/cm²)

La variable se evaluó mediante un penetrómetro manual modelo GY- 3, se evaluaron 10 frutos por cada unidad experimental. La medición se realizó al quinto día posterior a la aplicación de los tratamientos. Este análisis permitió determinar la resistencia de la pulpa frente a la presión ejercida y establecer la variación en la firmeza de los frutos durante el almacenamiento.

2.7.3 Sólidos solubles totales (°Brix)

Los sólidos solubles totales se determinaron mediante un refractómetro digital al quinto día de almacenamiento. Se evaluaron 10 frutos de mora por cada unidad experimental, obteniendo valores expresados en grados °Brix. Este análisis permitió determinar el contenido de azúcares presentes en los frutos y evaluar las variaciones en su calidad durante el almacenamiento.

2.7.4 Duración en percha (escala)

La duración en percha se determinó mediante una escala de evaluación del grado de degradación del fruto, realizada visualmente al quinto día posterior a la aplicación de los tratamientos. Se evaluaron 10 frutos por cada unidad experimental, lo que permitió clasificar el estado de conservación de los frutos durante el almacenamiento.

Tabla 2.

Escala de evaluación del grado de degradación del fruto de mora

Escala	Grado de Degradación	Descripción
1	Sin degradación	Fruto turgente, firme, color morado uniforme, epidermis íntegra, sin exudado, sin daño mecánico ni presencia de patógenos
2	Degradación leve	Ligera pérdida de turgencia, leve ablandamiento, cambios mínimos de color, inicio de exudación, sin presencia visible de moho
3	Degradación moderada	Fruto blando, pérdida evidente de turgencia, exudado visible, deformación parcial, daño en drupéolas, posible inicio de crecimiento microbiano
4	Degradación severa	Fruto colapsado, pérdida total de firmeza, alta exudación, presencia visible de moho, fermentación, no apto para consumo

Fuente: *Adaptado de Ziv y Fallik (2021)*

2.8 Procesamiento de la información y análisis estadístico

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

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Evaluación de productos alternativos y dosis en la poscosecha de la mora de Castilla

3.1.1 Pérdida de peso del fruto (%)

Los resultados obtenidos en la Tabla 3 muestran diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en la mora de Castilla respecto a la pérdida de peso del fruto durante el almacenamiento. Los tratamientos con aceite ozonizado de palma (F2D1, F2D2 y F2D3), correspondientes a dosis de 3, 5 y 7 cc/L, presentan los valores más bajos de pérdida de peso, con medias que oscilaron entre 16,31 % y 17,95 %, agrupados estadísticamente en la categoría A.

En contraste, los tratamientos con albúmina + glicerina (F1D1, F1D2 y F1D3), así como el testigo, registraron pérdidas superiores entre 23,50 % y 26,30 %, clasificados en la categoría B. No se observaron diferencias significativas entre las dosis dentro de cada tipo de producto.

Tabla 3.

Efecto de los tratamientos sobre la pérdida de peso

Tratamientos	Dosis	Medias (%)	Rango
F2D1	3	16,31	A
F2D3	7	17,38	A
F2D2	5	17,95	A
F1D1	3	23,50	B
TESTIGO	0	23,61	B
F1D3	7	25,50	B
F1D2	5	26,30	B

Nota: Medias con letras iguales no presentan diferencias significativas entre sí según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). CV (%) = 8,04.

Este comportamiento evidencia que el aceite ozonizado actuó como una barrera más eficiente frente a la deshidratación del fruto, reduciendo la pérdida de agua y manteniendo mejor la turgencia en comparación con los recubrimientos proteicos. La diferencia estadística entre los grupos A y B confirman que el tipo de producto alternativo influye directamente en la conservación del peso del fruto.

Estos resultados coinciden con lo reportado por **Arrubla-Vélez et al. (2021)**, quienes demostraron que recubrimientos de origen natural reducen la pérdida de humedad en mora andina, aunque la efectividad depende de la composición de la película. Asimismo, estudios sobre el uso de ozono en frutas, como el kiwi por **Jin et al. (2025)**, evidencian que este tratamiento inhibe la pérdida de peso y mantiene la calidad del fruto durante el almacenamiento. En este contexto, el mejor comportamiento observado en los tratamientos con aceite ozonizado de palma puede explicarse por la acción de compuestos derivados del ozono, los cuales contribuyen a disminuir la pérdida de agua y prolongar la vida útil del fruto.

3.1.2 Firmeza del fruto (Kg/cm²)

Los datos presentados en la Tabla 4 muestran que los tratamientos aplicados influyeron en la firmeza del fruto de mora. Los tratamientos con aceite ozonizado de palma (F2D1, F2D2 y F2D3), correspondientes a dosis de 3, 5 y 7 cc/L, presentaron los valores más altos de firmeza, con medias entre 0,43 y 0,44 Kg/cm², ubicándose en el grupo estadístico A.

En contraste, los tratamientos con albúmina + glicerina (F1D1, F1D2 y F1D3) registraron valores intermedios entre 0,34 y 0,37 Kg/cm², compartiendo los grupos estadísticos A y B, mientras que el testigo presentó el menor valor de firmeza (0,29 Kg/cm²), evidenciando un mayor ablandamiento del fruto.

Tabla 4.*Efecto de los tratamientos en la firmeza del fruto*

Tratamientos	Dosis	Medias (Kg/cm ²)	Rango	
F2D3	7	0,44	A	
F2D2	5	0,43	A	
F2D1	3	0,43	A	
F1D3	7	0,37	A	B
F1D1	3	0,35	A	B
F1D2	5	0,34	A	B
TESTIGO	0	0,29		B

Nota: Las medias con letras iguales no presentan diferencias significativas entre sí según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). CV (%) = 12,05

Estos resultados indican que el aceite ozonizado de palma contribuyó a mantener la integridad del fruto, posiblemente al retardar la degradación de la pared celular y disminuir la pérdida de humedad. La mayor firmeza observada en los tratamientos de aceite ozonizado de palma sugiere una menor degradación de pectinas y celulosa en la pared celular, lo que retrasó el proceso de ablandamiento característico de frutos altamente perecederos. Estos resultados coinciden con lo reportado por **Mihalca et al. (2021)**, quienes señalan que los recubrimientos de origen natural pueden actuar como barreras protectoras que reducen la pérdida de humedad y contribuyen a mantener la firmeza de los frutos durante el almacenamiento.

Por otro lado, el menor valor observado en el testigo confirma que en ausencia de recubrimientos, la mora presenta un rápido ablandamiento debido a su alta perecibilidad.

3.1.3 Sólidos solubles totales (°Brix)

En la Tabla 5 se observa que existen diferencias en el contenido de sólidos solubles totales del fruto en función de los tratamientos aplicados. Los tratamientos con albúmina + glicerina (F1D3 y F1D2), correspondientes a dosis de 7 y 5 g/L, presentaron los valores más altos (11,55 – 11,91 °Brix), ubicándose en el grupo estadístico A.

Por otro lado, el tratamiento F1D1 (3g/L) mostró un valor intermedio (10,98 °Brix), compartiendo los grupos A y B, mientras que los tratamientos con aceite ozonizado de palma (F2) y el testigo registraron los valores más bajos (8,93 – 9,48 ° Brix), ubicándose en los grupos B y C.

Tabla 5.

Efecto de los tratamientos sobre los sólidos solubles totales del fruto

Tratamientos	Dosis	Medias (°Brix)	Rango	
F1D3	7	11,91	A	
F1D2	5	11,55	A	
F1D1	3	10,98	A	B
F2D2	5	9,48	B	C
F2D3	7	9,21		C
F2D1	3	9,11		C
TESTIGO	0	8,93		C

Nota: Las medias con letras iguales no presentan diferencias significativas entre sí según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). CV (%) = 6,09.

Estos resultados sugieren que los recubrimientos a base de albúmina + glicerina (F1) favorecieron la concentración de sólidos solubles, posiblemente debido a una mayor pérdida de agua que incrementa la concentración de azúcares en el fruto. De acuerdo con **Horvitz y Chanaguano (2020)**, el aumento de °Brix está asociado al avance de la maduración y a la concentración de azúcares. Por otro lado, los menores valores observados en los tratamientos con aceite ozonizado (F2) pueden estar relacionados con un retraso en el proceso de maduración del fruto, lo que limita la acumulación de azúcares.

En el caso del testigo, los valores bajos reflejan un menor contenido de azúcares, lo que puede asociarse a un deterioro más rápido del fruto. Este comportamiento podría estar relacionado con una mayor actividad metabólica y procesos de fermentación, que conllevan a la formación de compuestos como alcoholes, acelerando la degradación del fruto. En conjunto, los resultados evidencian que los tratamientos aplicados influyen en los sólidos solubles totales, siendo los

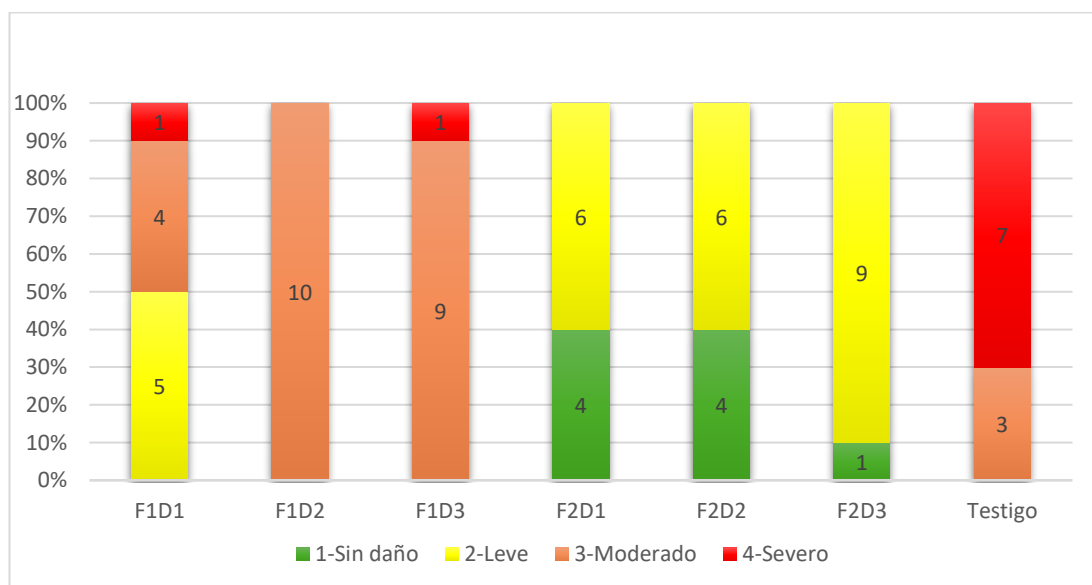
recubrimientos de albúmina + glicerina (F1) los que presentan mayor concentración de ° Brix durante el almacenamiento.

3.1.4 Duración en percha

En la Figura 1 se evidencian diferencias en el grado de degradación de los frutos de mora según los tratamientos aplicados. Los tratamientos con aceite ozonizado (F2) presentaron una mayor proporción de frutos en estado sin daño y degradación leve, lo que indica una mejor conservación durante el almacenamiento. Por el contrario, los tratamientos con albúmina + glicerina (F1) registraron principalmente frutos en estado de degradación moderada, mientras que el testigo presentó la mayor cantidad de frutos en condición severa, evidenciando un deterioro más rápido.

Figura 1.

Distribución del grado de degradación de los frutos de mora (duración en percha) bajo diferentes tratamientos



Este comportamiento sugiere que el aceite ozonizado contribuyó a prolongar la vida útil del fruto al reducir el desarrollo de deterioro, posiblemente debido a su efecto antimicrobiano y su capacidad para disminuir los procesos de senescencia. Según **Sitoe et al. (2025)**, compuestos derivados del ozono pueden inhibir el crecimiento de microorganismos y retardar la degradación de los frutos. Por otro lado,

el mayor nivel de degradación observado en el testigo coincide con lo señalado por **Teneda et al. (2024)**, quienes indican que la mora presenta una rápida pérdida de calidad cuando no se aplican tratamientos poscosecha.

En general, los resultados evidencian que los tratamientos alternativos influyen en la duración en percha del fruto, siendo el aceite ozonizado de palma el más efectivo para conservar su calidad y retrasar el deterioro durante el almacenamiento.

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

El producto alternativo más idóneo para incrementar la vida útil de la mora de Castilla fue el aceite ozonizado, debido a que presentó los menores porcentajes de pérdida de peso (16,31 – 17,95 %), los mayores valores de firmeza (0,43 – 0,44 kg/cm²) y una menor degradación de los frutos durante el almacenamiento, en comparación con los tratamientos de albúmina+ glicerina y el testigo.

Las dosis de 3, 5 y 7 cc/L de aceite ozonizado mostraron un comportamiento estadísticamente similar en las variables evaluadas; sin embargo, la dosis de 7 cc/L registró los mejores valores numéricos de firmeza (0,44 kg/cm²) y conservación del fruto, por lo que constituye una alternativa adecuada para el manejo poscosecha de mora.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda implementar el uso de aceite ozonizado en el manejo poscosecha de frutos de mora de Castilla, debido a su efectividad para reducir la pérdida de peso, mantener la firmeza y disminuir el grado de deterioro durante el almacenamiento.

Asimismo, se sugiere evaluar el comportamiento del aceite ozonizado bajo condiciones de almacenamiento refrigerado y por periodos más prolongados, con el fin de determinar su eficacia en escenarios más cercanos a la cadena de comercialización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril-Espin, E., Montes-Escobar, K., & Salas-Macías, C. A. (2024). Exploring global trends in scientific research on *Rubus glaucus* Benth.: A comprehensive analysis integrating bibliometrics, LDA, and HJ-Biplot. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 14(4), 287-300. <https://doi.org/10.1177/18785093241284955>
- Arrubla Vélez, J. P., Guerrero Álvarez, G. E., Vargas Soto, M. C., Cardona Hurtado, N., Pinzón, M. I., & Villa, C. C. (2021). Aloe vera gel edible coating for shelf life and antioxidant proprieties preservation of Andean blackberry. *Processes*, 9(6), 999. <https://www.mdpi.com/2227-9717/9/6/999>
- Barba-Ostria, C., González-Pastor, R., Castillo-Solís, F., Carrera-Pacheco, S. E., López, O., Zúñiga Miranda, J., Alexis, D. d., & Guamán, L. P. (2024). Propiedades bioactivas de las antocianinas microencapsuladas de *Vaccinium floribundum* y *Rubus glaucus*. *Molecules*, 29(23), 5504. <https://doi.org/10.3390/molecules29235504>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. P. (2018). Metodología de la investigación (7.^a ed.). McGraw-Hill.
- Horvitz, S., & Chanaguano, D. (2020). Calidad microbiana y sensorial de un cultivar de mora andina (*Rubus glaucus* Benth). *Acta Horticulturae*, 1275, 113-120. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1275.17>
- Instituto Geográfico Militar (IGM). (2023). *Geoportal del Ecuador*. <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>
- Iñiguez-Moreno, M., & González-González, R. B. (2025). Efecto de la gelatina y el ácido salicílico incorporados en recubrimientos de quitosano sobre la conservación de fresas. *International Journal of Biological Macromolecules*, 305, 140918. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.140918>

- Íñiguez Moreno, M., Santiesteban Romero, B., & Parra-Saldívar, R. (2024). Soluciones sostenibles para la protección poscosecha de frutos rojos: recubrimientos comestibles naturales. *Food and Bioprocess Technology*, 17(1), 147–162. <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03301-z>
- Jin, Z., Tan, J., Zhang, X., Li, X., Guan, W., Pu, L., & Chen, A. (2025). *Ozone treatment modulates reactive oxygen species metabolism regulation and improves kiwifruit storage quality during cold storage*. *Horticulturae*, 11(8), 911. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11080911>
- Kader, A. A. (2002). *Postharvest technology of horticultural crops* (3rd ed.). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3311.
- Krishnan, R., Misra, M., Subramanian, J., & Mohanty, A. (2025). Tendencias emergentes y aplicación del recubrimiento comestible como solución sostenible para la gestión poscosecha de frutas de hueso: una revisión exhaustiva. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24(3), e70179. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70179>
- Mihalca, V., Kerezsi, A. D., Weber, A., Gruber-Traub, C., Schmucker, J., Vodnar, D. C., Dulf, F. V., Socaci, S. A., Fărcaș, A., Mureșan, C. I., Suharoschi, R., & Pop, O. L. (2021). Películas y recubrimientos a base de proteínas para aplicaciones en la industria alimentaria. *Polymers*, 13(5), 769. <https://doi.org/10.3390/polym13050769>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2024). *Tungurahua, líder en la producción de mora en Ecuador*. <https://www.agricultura.gob.ec/tungurahua-lider-en-la-produccion-de-mora-en-ecuador/>
- Sabir, F. K., Unal, S., Aydin, S., & Sabir, A. (2024). Pre- and postharvest chitosan coatings extend physicochemical and bioactive qualities of minimally

processed ‘Crimson Seedless’ grapes during cold storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(13), 7834-7842. <https://doi.org/10.1002/jsfa.13613>

Samaniego, I., Brito, B., Viera, G., Cabrera, A., Llerena, W. K., & Vilcacundo, R. A. (2020). Influencia del estado de madurez en la composición fitoquímica y la actividad antioxidante de cuatro cultivares de mora andina (*Rubus glaucus* Benth) del Ecuador. *Plants*, 9(8), 1027. <https://doi.org/10.3390/plants9081027>

Shah, H. M. S. (2025). *Postharvest quality management of Rubus berries*. [Tesis doctoral, Edith Cowan University]. <https://doi.org/10.25958/fteh-zd42>

Shah, H. M. S., Liu, X., Zhang, Y., & Wang, Q. (2023). Trends in maintaining postharvest freshness and quality of *Rubus* berries: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22(6), 4600-4643. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13235>

Singh, D. P., & Packirisamy, G. (2022). Biopolymer-based edible coating for enhancing the shelf life of horticultural products. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 4, 100085. <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2022.100085>

Sitoe, E. da P. E., Faroni, L. R. D. A., Lima, C. M. G., Leite, N. N., Morais, R. A., & Pacheco, F. C. (2025). Aprovechamiento del ozono para la conservación poscosecha de frutas y hortalizas: técnicas de aplicación, efectos sobre la calidad y marcos regulatorios. *Journal of Food Processing and Preservation*. 49(7), 1692–1723. <https://doi.org/10.1080/87559129.2025.2525424>

Sun, B., Kuang, X., Lin, H., Lin, M., Chen, Y., Zeng, L., Lin, Y., Chen, Y., Wang, H., & Fan, Z. (2023). The role of respiratory metabolism in chilling injury development of Chinese olive fruit during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 205, 112489. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112489>

- Teneda Ramos, E., Cáceres Miranda, L., Escudero Villa, P., Fuentes Pérez, E., & Varela Aldás, J. (2024). Análisis de la degradabilidad de la mora (*Rubus glaucus*) sometida a diferentes condiciones de almacenamiento. *International Journal of Engineering Insights*, 2(1), 19. <https://doi.org/10.61961/injei.v2i1.14>
- Toscano Ávila, J. A., Terán, D. A., Debut de Alexis, Vizuite, K., Martínez, J., & Cerda-Mejía, L. A. (2020). Estimación de la vida útil de la mora (*Rubus glaucus* Benth) con recubrimiento de película de celulosa bacteriana de *Komagataeibacter xylinus*. *Food Science & Nutrition*, 8(4), 2173–2179. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1525I>
- Ziv, C., & Fallik, E. (2021). *Postharvest storage techniques and quality evaluation of fruits and vegetables for reducing food loss*. *Agronomy*, 11(6), 1133. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061133>

ANEXOS

Anexo 1. Recolección de frutos de mora de Castilla



Anexo 2. Insumos utilizados para la preparación de las soluciones de albúmina, glicerina y aceite ozonizado (Alesol).



Anexo 3. Inmersión de frutos de mora en la solución de albúmina + glicerina.



Anexo 4. Inmersión de frutos de mora en la solución de aceite ozonizado



Anexo 5. Secado y etiquetado de unidades experimentales



Anexo 6. Evaluación de la pérdida de peso de los frutos de mora



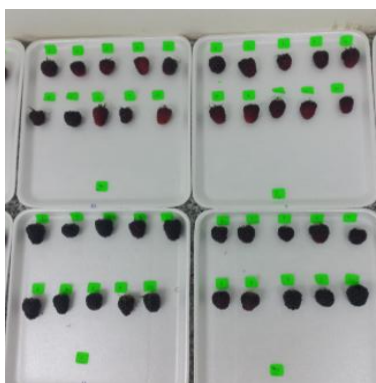
Anexo 7. Evaluación de la firmeza de los frutos de mora



Anexo 8. Evaluación de sólidos solubles totales en frutos de mora



Anexo 9. Evaluación de la duración en percha de los frutos de mora



Anexo 10. Tabla de datos de pérdida de peso

Tratamientos	Simbología	I	II	III
1	F1D1	4,98	5,28	4,78
2	F1D2	4,33	5,33	5,13
3	F1D3	5,00	4,84	5,07
4	F2D1	5,35	5,63	6,10
5	F2D2	5,10	5,03	4,89
6	F2D3	5,79	5,98	6,26
7	T	5,26	4,77	4,96

Anexo 11. Tabla de datos de firmeza del fruto de mora

Tratamientos	Simbología	I	II	III
1	F1D1	0,38	0,30	0,38
2	F1D2	0,32	0,32	0,38
3	F1D3	0,40	0,40	0,32
4	F2D1	0,34	0,48	0,48
5	F2D2	0,46	0,42	0,42
6	F2D3	0,40	0,46	0,46
7	T	0,28	0,26	0,32

Anexo 12. Tabla de datos de sólidos solubles totales

Tratamientos	Simbología	I	II	III
1	F1D1	10,20	11,91	10,82
2	F1D2	11,23	11,76	11,66
3	F1D3	11,51	11,31	12,92
4	F2D1	8,49	8,76	10,07
5	F2D2	9,07	9,60	9,76
6	F2D3	9,39	9,37	8,88
7	T	9,11	8,47	9,20