



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA DE LOS
RECURSOS NATURALES**

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE QUITOSANO Y ACEITE DE CANELA
APLICADO COMO RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN MORA
POSTCOSECHA”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
Ingeniera en Biotecnología de los Recursos Naturales

AUTORA: JESSICA LUCIA ARCENTALES LEÓN

TUTORA: DRA. MYRIAM XIMENA MANCHENO CÁRDENAS, MGTR.

Cuenca - Ecuador

2022

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Jessica Lucia Arcentales León con documento de identificación N° 0302638838,
manifiesto que:

Soy la autora y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la
Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera
total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 14 de septiembre del 2022

Atentamente,



Jessica Lucia Arcentales León

0302638838

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Jessica Lucia Arcentales León con documento de identificación N° 0302638838, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud que soy autora del Trabajo experimental: “Evaluación del efecto de quitosano y aceite de canela aplicado como recubrimiento comestible en mora postcosecha”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera en Biotecnología de los Recursos Naturales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 14 de septiembre del 2022

Atentamente,



Jessica Lucia Arcentales León

0302638838

CERTIFICACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Myriam Ximena Mancheno Cárdenas con documento de identificación N° 0602018160 , docente de la Universidad , declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE QUITOSANO Y ACEITE DE CANELA APLICADO COMO RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN MORA POSTCOSECHA”, realizado por Jessica Lucia Arcentales León con documento de identificación N° 0302638838, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 14 de septiembre del 2022

Atentamente,



Dra. Myriam Ximena Mancheno Cárdenas, Mgtr.

0302638838

DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada a Dios y a toda mi familia con todo el cariño

A mis padres Iván y Teresa por su apoyo incondicional, paciencia y amor infinito
durante toda mi etapa de formación académica.

A mis hermanas Jhomaira, Alba y Anahí por ser parte de todo mi proceso de estudio e
incentivarme a seguir adelante

A toda mi familia y amigos

Jessica Lucia Arcentales León

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora de tesis Dra. Myriam Mancheno por sus enseñanzas durante la carrera,
apoyo tiempo y orientación para realizar esta investigación.

A la Dra. Inés Malo por brindarme sus conocimientos, por su paciencia y por las veces
que me impulsó a seguir adelante.

A el Ing. Jhison Romero por su calidad de persona, los consejos brindados y las risas
compartidas.

A mis Padres Iván y Teresa por todos esos sacrificios que realizaron para que lograra
cumplir mi sueño, gracias mami por creer siempre en mí, por ser mi mayor ejemplo de
superación ante las adversidades.

A mis hermanas Jhomaira, Alba, Anahí por su compañía, por estar durante toda esta
etapa, por las nuevas experiencias, aventuras, y las risas que nunca faltaron.

A mis tíos Abelardo y Mercedes y mis primas Gladis, Teresa, Vilma por apoyarme en
las situaciones difíciles, por el apoyo moral y económico cuando lo necesite.

A mis amigo/as en especial Aracely, Wilson por su apoyo, risas y consejos que me
ayudaron a superarme y ser una mejor persona

A mi fiel compañera CHOLI, por su amor incondicional

A todos ellos ¡Muchas gracias!

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VI
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
CAPÍTULO 1	1
ANTECEDENTES	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Problema de investigación	2
1.3. Pregunta de investigación.....	4
1.4. Justificación	4
1.5. Limitaciones.....	5
1.6. Objetivos	5
General.....	5
Específicos.....	6
1.7. Hipótesis.....	6
CAPITULO 2	7
MARCO TEORICO	7
2.1. Definición de términos básicos	7
2.2. Estado del Arte	8
2.3. Bases teóricas	9
2.3.1 Mora de Castilla	9
2.3.1.1 Características Botánicas.....	10
2.3.1.2. Taxonomía de la mora de castilla <i>Rubus glaucus</i>	11
2.3.1.3. Características de la mora	11
2.3.1.4. Requisitos químicos y físicos de la mora de castilla	12
2.3.1.5. Composición de nutrientes	13
2.3.2. Recubrimiento Comestible	14
2.3.2.1. Clasificación de los Recubrimientos comestibles.....	15
2.3.3. Aceites Esenciales	16
2.3.3.1. Aceite esencial de canela	17
2.3.3.2. Actividad antimicrobiana de los aceites esenciales.....	17
2.3.4. Quitosano	18
2.3.5. Medios de cultivo.....	19
2.3.5.1. Clasificación:.....	19

2.3.6. Análisis Costo beneficio	20
CAPITULO 3	21
MARCO METODOLOGICO.....	21
3.1. Nivel de investigación.....	21
3.2. Diseño de Investigación.....	21
3.3. Población y muestra	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Obtención y selección de Mora de castilla <i>Rubus glaucus</i>	22
3.6. Preparación del Recubrimiento (quitosano más aceite de canela)	23
3.7. Aplicación del Recubrimiento y envasado	24
3.8. Evaluación de las características organolépticas y microbiológicas	24
3.9. Preparación del medio de cultivo.....	25
CAPITULO 4	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1. Índice de madurez	27
4.2. Análisis de grados Brix	28
4.3. Análisis de peso.....	30
4.4. Análisis de sabor color y textura	33
4.4.1. Análisis de sabor	33
4.4.3. Análisis de Textura.....	36
4.4.4. Análisis de coloración.....	37
4.4.5. Análisis de cambio de sabor	38
4.5. Análisis microbiológico	39
4.6 Análisis de costos para la elaboración del recubrimiento.....	41
CAPITULO 5	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1. CONCLUSIONES:.....	43
5.2. RECOMENDACIONES	44
5.3. REFERENCIAS	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Taxonomía de la mora de castilla.....	11
Tabla 2:	Composición de la mora.....	13
Tabla 3:	Instrumento de recolección de datos	21
Tabla 4:	Composición de Recubrimiento comestible.....	23
Tabla 5:	Composición para 375 mL de recubrimiento	23
Tabla 6:	Parámetros de evaluación.....	25
Tabla 7:	Prueba de normalidad de los grados Brix.....	29
Tabla 8:	Prueba ANOVA de grados Brix en concentración de quitosano y aceite de 25%, 10% y muestra sin RC.....	29
Tabla 9:	Prueba de normalidad del peso.....	31
Tabla 10:	Prueba ANOVA del peso en concentración de quitosano y aceite de 25%, 10% y fruto blanco	31
Tabla 11:	Prueba de normalidad de las propiedades organolépticas analizadas	34
Tabla 12:	Prueba pos hoc según el sabor	35
Tabla 13:	Conteo de UFC por mililitro en las concentraciones de 10 y 25% y en la muestra de sin recubrimiento.....	40
Tabla 14:	Costos y cantidades utilizados para preparación de recubrimiento comestible	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Planta de Mora de Castilla (Rubus glaucus)	10
Figura 2:	Estados de madurez de la mora de castilla (Rubus glaucus) de acuerdo a su coloración	12
Figura 3:	Requisitos químicos de la mora de castilla	13
Figura 4:	Estructura básica de quitina y quitosano	18
Figura 5:	Captura de pantalla de la Prueba Kruskal-Wallis de sabor en concentración de quitosano y aceite de 25%, 10% y fruto blanco.....	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfica de Grados Brix y semana de observación	28
Gráfico 2: Peso y semana de observación	30
Gráfico 3: Análisis de sabor de acuerdo a las diferentes concentraciones	33
Gráfico 4: Análisis de textura.....	36
Gráfico 5: Análisis de coloración	37
Gráfico 6: Análisis de cambio de sabor.....	38
Gráfico 7: Muestras sin crecimiento de hongos	39
Gráfico 8: Placas con crecimiento de hongos (Sin Recubrimiento).....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Preparación de muestras	56
ANEXO 2: Preparación de el Recubrimiento comestible	59
ANEXO 3: Aplicación y secado del Recubrimiento	61
ANEXO 4: Almacenamiento y control por semanas	62
ANEXO 5: Análisis microbiológico	66

RESUMEN

El deterioro en frutas y verduras es muy común alrededor del mundo; una de las causas radica en los cortos tiempos de vida que presentan algunos alimentos o por malas prácticas en la cosecha y almacenamiento, lo que genera pérdidas económicas en los agricultores y comerciantes. En esta investigación, se evalúa el efecto al aplicar un recubrimiento comestible en mora de castilla postcosecha, como una posible alternativa para conservación de productos hortofrutícolas perecibles. El recubrimiento está elaborado con aceite esencial de canela a dos distintas concentraciones de 10 y 25% combinado con quitosano. Las muestras previamente pasan un proceso de desinfección, y se verifica el índice de madures en el lote, posteriormente se aplica el recubrimiento, se realiza controles de Solidos Solubles Totales, peso, y características organolépticas; durante 6 semanas posteriormente se realiza un análisis microbiológico, verificando el crecimiento de hongos. De este modo se llega a la conclusión de la efectividad que presenta el recubrimiento al prolongar el tiempo de vida y ayudando a mantener sus características físicas y organolépticas; lo que lo convierte en una alternativa para la conservación de frutas perecibles.

Palabras clave: quitosano, aceite esencial, postcosecha, organolépticas.

ABSTRACT

Deterioration in fruits and vegetables is very common around the world; one of the causes is the short life times of some foods or bad practices in harvesting and storage, resulting in economic losses for farmers and traders. In this research, the effect of applying a mora edible coating of castile postharvest is evaluated as a possible alternative for the conservation of perishable horticultural products. The coating is made with cinnamon essential oil at two different concentrations of 10 and 25% combined with chitosan. The samples previously undergo a disinfection process, and the rate of ripening in the batch is checked, the coating is applied, controls of total soluble solids, weight, and organoleptic characteristics are carried out; a microbiological analysis is carried out during 6 weeks later, verifying the growth of fungi. This concludes the effectiveness of the coating by prolonging the life span and helping to maintain its physical and organoleptic characteristics, which makes it an alternative for the conservation of perishable fruits.

Keywords: chitosan, essential oil, post-harvest, organoleptic.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1.1.Introducción

La mora de castilla es un cultivo que se desarrolla en los climas fríos, sin embargo, puede adaptarse a diferentes condiciones ambientales, esta especie es propia de Sudamérica, se dan en zonas con altitud de 2500 metros sobre el nivel del mar. En su composición se encuentran vitaminas tales como la C y la D, también presenta una cantidad mínima de calorías (Iza, Rojas y Arguello, 2016)

Se cultivan en las zonas altas de la Sierra entre las provincias de Chimborazo, Tungurahua, Carchi, Imbabura, Cotopaxi. En el año 2006 se ha alcanzado un cultivo de 6,80 toneladas por hectárea; convirtiéndose en el sustento de pequeños y medianos productores (Iza *et al.*, 2020)

Esta fruta contiene gran cantidad de agua en su interior lo que hace que su pulpa se vuelva más suave; convirtiéndola en un producto perecible; luego del periodo de cosecha es donde se da el deterioro ya sea por las malas técnicas al extraerlas de la planta, el uso de materiales inadecuados para su almacenamiento, o los cambios de temperatura al momento de la comercialización (Guzmán, Cuenca y Tacuri, 2018)

Diversas investigaciones sobre como conservar alimentos se han centrado en el uso de nuevas técnicas que sean amigables con el medio ambiente y con la salud humana, los consumidores actualmente prefieren calidad y productos libres de agroquímicos, es así como surge la idea de la aplicación de recubrimientos comestibles para prolongar la

vida de anaquel, tal es el uso de la aplicación de quitosano en combinación con aceites esenciales (Fernández *et al.*, 2017)

El quitosano es extraído de las paredes de los crustáceos, se lo obtiene después del proceso de desacetilación de la quitina. Es un polímero de B-1, 4-glucosamina (Ziani K. C., 2014). Una de las características que predominan es su biofuncionalidad, lo que lo convierte en una opción favorable para prolongar el tiempo de vida en productos hortofrutícolas (Tharanathan y Kittur, 2003)

Los aceites esenciales son compuestos hidrofóbicos, estos tienen la característica de ser antimicrobianos y antioxidantes, dando un valor alto en la industria alimentaria porque actúa como conservador (Sacchetti, 2005). El principal componente en el aceite esencial de canela es el eugenol, que es el principal inhibidor de algunos hongos y bacterias (Castro García *et al.*, 2017)

Por ello esta investigación está enfocada en determinar si al aplicar el recubrimiento comestible, se puede prolongar el tiempo de durabilidad de la mora postcosecha. También verificar si su calidad y propiedades organolépticas son óptimas para el consumo con la finalidad de reducir pérdidas por descomposición de la fruta.

1.2.Problema de investigación

En la actualidad se dan grandes pérdidas por el deterioro en frutas y verduras, generalmente estos daños se dan por el mal manejo durante la cosecha, el uso de empaques inadecuados, los cambios de temperatura, los daños que puede ocasionarse al momento de transportar y por ende el daño microbiológico que es un proceso muy común; se considera que los daños alrededor del mundo por deterioro de productos hortofrutícolas supera el 20% (Fernández Valdés *et al.*, 2015)

Según Singh y Sharma (2018) las pérdidas después de la cosecha bordean entre el 40 y 50% esto se da en el almacenamiento y conservación por tiempos largos. En estudios realizados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INEN) en el año 2016, arrojan datos en donde se describe que existen pérdidas del 21% en los periodos después de la cosecha y un 15% por daños microbiológicos.

Los principales microorganismos que se desarrollan son *aspergillus* y *penicilium* debido a la humedad que presentan los alimentos lo que hace que aumente la tasa de respiración y se da el crecimiento de esos microorganismos (Sharma *et al.*, 2009)

En Ecuador la variedad de mora más producida es de castilla, representa alrededor del 95% de los cultivos, esta fruta tiene tiempos de vida muy cortos. La temperatura adecuada para su conservación es de 0,1 °C en una humedad entre los 80 y 95%. El tiempo de durabilidad en anaquel es entre 3 a 5 días dependiendo del clima y las temperaturas; uno de los grandes problemas es que es comercializada a temperaturas mayores a 5 °C; lo que hace que su tiempo de vida sea mucho más corta de 1 a 2 días, ocasionando perjuicio a productores y comercializadores por la pérdida en ventas (Cáceres Navas , 2019)

Actualmente se da el uso de nuevas técnicas y tecnologías que ayudan a prolongar el tiempo de vida útil, entre ellas se encuentra: la conservación en temperaturas bajas, el control de la atmósfera mediante modificaciones, el uso de empaques con respiradores, la aplicación de recubrimientos y películas que son comestibles estas están elaboradas a partir de productos orgánicos tales como cascaras de crustáceos reduciendo así la contaminación (Núñez *et al.*, 2012)

El uso de estos compuestos ayuda a mejorar la calidad de frutas, mantiene el valor nutritivo, y aumenta el tiempo de vida de anaquel (Ancos, 2015). No son tóxicos, sirven

de barrera ante microorganismos; no afectan al sabor y la coloración de las frutas (Falguera *et al.*, 2011)

Al aplicar el recubrimiento comestible quitosano y aceite esencial de canela, se ayudará a mantener en la mora sus atributos en firmeza, brillo, sabor, textura, evitando así las pérdidas económicas por descomposición.

1.3.Pregunta de investigación

¿El quitosano en combinación con el aceite esencial de canela tiene la capacidad de prolongar el tiempo de vida útil y conservar la calidad en mora de castilla?

1.4.Justificación

El deterioro en frutas y verduras es un proceso natural que se da en todo tipo de alimentos, estos tienden a dañarse después del periodo de cosecha, en algunos casos el proceso de maduración sigue, los daños se dan por diversos motivos por lo cual es importante, el uso de nuevas tecnologías y tratamientos para su conservación.

La frutas y verduras son consumidas en grandes cantidades en las dietas, debido a sus componentes como vitaminas, carbohidratos, azúcares. La mora castilla es utilizada en Ecuador para la preparación de jugos, batidos, mermeladas y jaleas gracias a su alto contenido de vitamina C, antocianinas, antioxidantes. Ayuda a la prevención de enfermedades cardiovasculares, cáncer y aumenta las defensas (Cáceres Navas , 2019)

Al utilizar películas o recubrimientos comestibles en los alimentos, se logra tener un mayor tiempo de durabilidad, mayor conservación de sus atributos tales como: color, sabor, textura y peso; ayudan reducir la producción de etileno para retardar la maduración, evita el intercambio gaseoso, disminuyen la tasa de respiración lo que hace que su tiempo de vida sea más largo (Rosero *et al.*, 2020)

El quitosano es un compuesto que posee muchas características benéficas en los alimentos, tiene la facilidad de ser biodegradable, no presenta toxicidad, así mismo destaca el poder que tiene al crear barreras de protección contra agentes bactericidas y micóticas, lo que ayuda a ser un muy buen conservante en productos hortofrutícolas (Quintero, Falguera y Muñoz , 2010)

Actualmente el consumo de frutas y verduras frescas juega un papel muy importante en la industria alimentaria, la población actualmente demanda de alimentos frescos libres de agroquímicos y que sean mínimamente procesados, por esta razón los recubrimientos comestibles representan una excelente técnica de conservación. Al utilizarlo en combinación con aceite esencial de canela lo hace más eficaz, ya que entre sus componentes se encuentran el eugenol y cinamaldehído, así mismo los aceites poseen las características de ser antioxidantes, antimicrobiano (Cáceres Navas , 2019)

1.5.Limitaciones

Las limitaciones al realizar esta investigación experimental fue el uso de reactivos que son controlados, el difícil acceso a la compra de quitosano, el almacenamiento porque no hay un equipo de refrigeración específicamente para alimentos.

1.6. Objetivos

General

Evaluar el tiempo de durabilidad y calidad de la mora de castilla aplicando un recubrimiento comestible «quitosano más aceite de canela» prolongando su vida útil y manteniendo sus características organolépticas.

Específicos

- Establecer el tiempo de durabilidad, de la mora postcosecha mediante pruebas de vida de anaquel, determinando la eficacia del recubrimiento.
- Evaluar las características organolépticas y microbiológicas de la mora con recubrimiento, mediante un panel de degustación y análisis de laboratorio determinando la calidad del producto.
- Realizar un análisis de viabilidad económica de la aplicación de recubrimiento en mora postcosecha, mediante un estudio costo beneficio, verificando su factibilidad en la cadena de producción.
- Elaborar una propuesta de artículo científico respetando los formatos internacionales para la posible divulgación de los resultados obtenidos.

1.7.Hipótesis

El recubrimiento comestible incide en la calidad de mora de castilla influyendo en sus características organolépticas y durabilidad

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

2.1. Definición de términos básicos

Recubrimiento Comestible: son compuestos elaborados a partir de polisacáridos y proteínas, estos ayudan a la formación de un revestimiento formando capas de protección, poseen propiedades mecánicas y de estructura sobre la superficie de frutas y verduras (Fernández *et al.*, 2017)

Quitosano: polisacárido obtenido de los esqueletos de los crustáceos, también se encuentran en paredes de hongos y algunos insectos. Se lo obtiene al realizar una desacetilación de la quitina; este compuesto es biocompatible, biodegradable, no presenta toxicidad (Hendrix1_Master , 2020)

Quitina: sustancia que forma parte de las paredes celulares de los hongos y crustáceos, bacterias, insectos, solido cristalino de coloración blanca constituido por amino azúcares (Ramirez *et al.*, 2010)

Polisacárido: polímero constituido por monosacáridos que se encuentran unidos mediante enlaces glucosídicos (Merino y Perez Porto, 2021)

Aceite esencial: son sustancias volátiles, naturales obtenidas de diferentes partes de la planta, tales como tallo, hojas, flores, son extraídos mediante prensado o vapor, estos compuestos son los encargados de dar el olor característico a las plantas (Martínez, 2003)

Postcosecha: se conoce como postcosecha al período comprendido entre la cosecha, hasta su consumo; su principal función radica en ayudar a mantener la calidad

de frutas y hortalizas con el fin de reducir la pérdida de peso y deterioros que se puedan presentar (Tecnología , 2021)

Grados Brix: los grados Brix indican la cantidad total de sacarosa disuelta en un líquido, determina la cantidad de sólidos solubles totales que se pueden encontrar en una solución (Gutiérrez, Reyes y Castañeda, 2017)

Índice de madurez: son los cambios que pueden sufrir las frutas en su período de madurez, este índice indica el valor que se obtiene al dividir los sólidos solubles totales entre el porcentaje de acidez titulable (NTE-INEN 2427, 2016)

2.2. Estado del Arte

En la investigación de Guamushig Tarco, (2017) concluyó que la mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) que fue tratada con recubrimiento comestible a base de quitosano al 1% no presentó diferencias significativas al analizar los diferentes parámetros de calidad, lo cual indica que no se vio afectada la fruta en sus características organolépticas y fisicoquímicas; así mismo se demuestra que las moras con recubrimiento comestible presentan una mínima tasa de respiración en comparación con la muestra control sin recubrimiento, afirma que el quitosano ayuda a mejorar su perspectiva de calidad.

De acuerdo con Freire Martínez (2017) dio a conocer que el quitosano ayuda a evitar el desarrollo de microorganismos, tales como levaduras y hongos; al comparar con la muestra que no tenía recubrimiento comestible se vio un desarrollo de los mismos, también indica que al analizar sus características sensoriales no se vieron afectadas por el recubrimiento, en este trabajo de investigación se detalla que se pudo conservar la fruta a una temperatura de 6 °C en un tiempo de 8 días.

En el trabajo experimental sobre evaluación de recubrimiento comestible a base de Aceites esenciales de canela y clavo de olor en la conservación de mora de castilla,

realizado por Chasiloa Suarez (2019) describe que el aceite esencial de canela muestra mejores propiedades generando mayor firmeza y mejor calidad; también señala que sus características de sabor olor y coloración se mantienen y son adecuadas.

En el año 2019, Cáceres Navas determinó que la combinación de aceite esencial de flor canela y harina de achira en la formulación del recubrimiento comestible; ayudó significativamente a inhibir el desarrollo de microorganismos; detalla que esta formulación actúa como un agente fungicida disminuyendo las pérdidas por deterioro; por consiguiente ayuda a mantener el pH y la cantidad de sólidos solubles totales por más tiempo, indica también que las características sensoriales en la mora se mantienen durante más tiempo, recalca que el color y la tonalidad en las moras permanece lo cual le hace un atractivo para su comercialización.

2.3. Bases teóricas

2.3.1 Mora de Castilla

La especie mora de castilla *Rubus glaucus es* procedente de las áreas tropicales de América; que comprende los países de Ecuador, Colombia, Panamá, Salvador, Honduras, Guatemala, México (Dayron Sora *et al.*, 2006)

En el Ecuador existe una producción grande en las provincias de la Región Sierra, entre ellas destaca Tungurahua, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo, Pichincha y Carchi (MAGAP, 2013)

Denominada también como mora andina perteneciente a la familia de las rosáceas. Es de crecimiento semirrectilíneo y de naturaleza trepadora, puede llegar a alcanzar una altura de 3 metros (Nativas, 2019)

Figura 1: *Planta de Mora de Castilla (Rubus glaucus)*



Fuente: NTE-INEN 2427 (2016, p2)

2.3.1.1 Características Botánicas

Hojas: las hojas pueden medir entre 4 y 8 centímetros, son de color verdoso y blanquecino en la parte posterior, aunque puede haber variación en su color de acuerdo al estado y el tipo de mora, también presenta espinas en su envés (Delgado, 2012)

Tallos: se caracterizan por presentar espinas las cuales se desarrollan durante el primer año, en el segundo año se da la floración y por consiguiente la producción. Se van desarrollando comenzando por los tallos primarios seguidos por secundarios y terciarios en donde se da la mayor cantidad de floración (Delgado, 2012)

Flores: las flores crecen en las ramas, son hermafroditas, estas crecen en agrupaciones, su tamaño oscila entre 2 cm de diámetro, dentro de las flores se encuentran los estilos y los pistilos que son los encargados de dar nacimiento al fruto (González Cabrera M. V., 2010)

Fruto: el fruto está compuesto por un conjunto de drupas, en donde se encuentra una semilla, su tamaño varía entre pequeño mediano y grande de acuerdo a los nutrientes que hayan sido absorbidos; su maduración es dispereja de acuerdo a la distribución de las

ramas, su producción es continua se da cada 5 a 6 meses (López González y Gómez Santos , 2008)

Raíz: la raíz se encuentra sumergida verticalmente en la tierra; sus raíces secundarias no son tan profundas, encontrándose entre los 10 y 20 cm (Sierra, Cruz, y Casaca , 2005)

2.3.1.2. Taxonomía de la mora de castilla (*Rubus glaucus*)

Según el departamento de Agricultura de Estados Unidos (*United States Departamento of Agriculture* [USDA]) la mora presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Tabla 1: Taxonomía de la mora de castilla

Taxonomía	
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Rosales
Familia:	Rosaceae
Genero:	<i>Rubus</i> spp

Fuente: USDA (2017, p1)

2.3.1.3. Características de la mora

El tamaño del fruto varía entre mediano, pequeño y grande, todo esto depende de la floración ya que no crece de manera igualitaria. En el fruto se encuentran varias drupas en donde se ubica la semilla. Cuando maduran, su color va de rojo a púrpura o de rojo a rojo oscuro (Franco y Giraldo C, 2000)

La producción de frutos es continua, el clima para el adecuado desarrollo de esta planta está entre 1800 y 2400 msnm, así mismo, en una humedad relativa de un 70 a 80% (Franco y Giraldo C, 2000)

Por su valor nutricional, sabor y propiedades antioxidantes, la mora se utiliza en la industria alimentaria como ingrediente principal en mermeladas, refrescos, salsas, bocadillos.

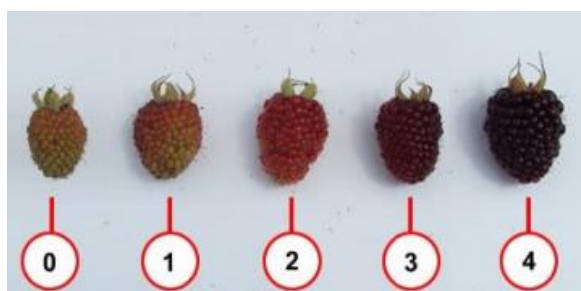
Su mayor producción se da en zonas con temperaturas entre 12 y 14 °C, esta especie se desarrolla en suelos arenosos, negros y medio ácidos con un pH DE 5,2 a 6.7 (Viteri *et al.*, 2014)

2.3.1.4. Requisitos químicos y físicos de la mora de castilla

Según la norma INEN 2427 (2016) la mora de castilla debe cumplir ciertos requisitos para su óptimo estado de madurez:

Deben estar físicamente completas, estar limpias de insectos o algunas enfermedades que puedan afectar su calidad, no deben presentar humedad, libres de cualquier tipo de agroquímico y residuos del mismo, presentar frescura, en su estructura, deben tener las drupas bien formadas, la coloración del lote debe ser homogénea, siendo el color adecuado la imagen número 3.

Figura 2: Estados de madurez de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) de acuerdo a su coloración



Fuente: NTE-INEN 2427 (2016, p5)

Figura 3: Requisitos químicos de la mora de castilla

	MADUREZ DE CONSUMO		METODO DE ENSAYO
	Mín	Máx	
Mora variedad Castilla			
Acidez titulable % (ácido cítrico)	-	1,8	NTE INEN 381
Sólidos solubles totales, °Brix	9,0	-	NTE INEN 380
Índice de madurez °Bx / acidez titulable	5,0	-	Ver 8.2
Mora variedad Brazos			
Acidez titulable % (ácido cítrico)	-	2,1	NTE INEN 381
Sólidos solubles totales, °Brix	7,0	-	NTE INEN 380
Índice de madurez °Bx / acidez titulable	3,3	-	Ver 8.2

Fuente: NTE-INEN 2427 (2010, p4)

Para la variedad mora de castilla se cumple con parámetros químicos para aceptar su calidad, el % de ácido cítrico debe encontrarse en un máximo de 1.8. La cantidad de Sólidos Solubles Totales se deber situar en un mínimo de 9.0. El índice de madurez con un mínimo de 5.0.

2.3.1.5. Composición de nutrientes

Tabla 2: Composición de la mora

Factor Nutricional	Valor	Unidad
Ácido Ascórbico	8	mg
Agua	92.8	g
Calcio	42	mg
Calorías	23	g
Carbohidratos	5.6	g
Cenizas	0.4	g
Fibra	0.5	g
Fósforo	10	mg
Grasa	0.1	g
Hierro	1.7	mg
Niacina	0.3	mg

Proteínas	0.6	g
Riboflavina	0.05	mg
Tiamina	0.02	mg

Fuente: FAO (1992) Recuperado de Triana Garzón (2019, p35)

2.3.2. Recubrimiento Comestible

Los recubrimientos comestibles son películas que generalmente están formadas por lípidos, polisacáridos y proteínas, los cuales brindan la posibilidad de mejorar la calidad de los alimentos al limitar el intercambio de humedad, oxígeno y componentes del sabor, color y aroma (Avila y López , 2008)

Están compuestos de una capa ligera, fina que se distribuye en torno a un alimento que por lo general es distribuido por medio de inmersión o aspersion (Ramos *et al.*, 2010)

Según Sánchez y colaboradores la finalidad que poseen los recubrimientos es brindar inocuidad y ayudar a conservar las características aceptables en los alimentos. Favorece al producto ayuda a evitar los daños microbiológicos y mecánicos que se pueden presentar y por ende llevar al daño con el recubrimiento comestible se logra evitar la presencia de microorganismos y se le da la protección contra cualquier agente patógeno que lo dañe (Sánchez *et al.*, 2008)

Entre las características que se atribuyen a los recubrimientos, destaca la capacidad que posee el recubrimiento comestible al de disminuir los cambios químicos y físicos que son los encargados de mantener el valor nutricional, su coloración y sus características en cuanto al sabor.

También ayudan a desarrollar una barrera entre el alimento y el ambiente en el que se encuentra, evitando la pérdida o ganancia de hidratación lo que afecta a la textura del alimento. Así mismo evita el intercambio de gases (Valdés, 2015)

Ayudan a reducir la velocidad de las reacciones químicas que ocasionan el deterioro de los alimentos, permite la adición de nutrientes a los alimentos y mejora la conservación a temperaturas de refrigeración (Galus y Kadzinsk , 2015)

Según Moreira (2014) los recubrimientos están constituidos por lípidos, proteínas, aditivos, carbohidratos o la mezcla de estos. El uso de estos compuestos ha tenido resultados exitosos en los últimos tiempos; tomando un rol muy importante en la industria alimentaria, ya que conservan características organolépticas y de calidad para consumidores de frutas y hortalizas.

En la industria se encuentra recubrimientos de distintos tipos, actualmente el uso de polisacáridos, lípidos y proteínas en la producción de alimentos, particularmente en frutas ha sido bastante común, esto se debe a que los recubrimientos ayudan a limitar la velocidad de transpiración y el proceso de envejecimiento (Moreira y Guerrero, 2014)

2.3.2.1. Clasificación de los Recubrimientos comestibles

Pastor y colaboradores (2005), consideran que los RC se pueden clasificar en tres tipos según el tipo de compuesto utilizado en su formulación:

Hidrocoloidales: en general forman películas que tienen buenas características mecánicas y son una buena barrera para el O₂, CO₂, su deficiencia se ve reflejada al permitir la transmisión de vapor de agua.

Lípidos: se encuentran estructurados por compuestos hidrofóbicos con capacidad de formar barreras para evitar la humedad, pero con poca capacidad de formar films. Los lípidos en los alimentos ayudan a conservar sus características, mejorar el brillo y el sabor.

Compuestos: estos se caracterizan por estar formados por compuestos hidrocoloides y lípidos que se juntan para mejorar sus propiedades. Estos aportan resistencia al vapor de agua y permeabilidad al O₂ y CO₂.

Ayudan a controlar la maduración y la tasa de respiración, conservan su calidad y aumentan su vida de anaquel. Además, mejoran la apariencia y calidad del alimento, haciéndolo más atractivo para el consumidor debido a su brillo y color (Kumar y Bhatnagar, 2014)

2.3.3. Aceites Esenciales

Aceite esencial se define como sustancia con características: volátil, líquida, espesa o fluida, su color es versátil dependiendo de la planta que se use para su extracción. Existen diferentes técnicas para su extracción, ya sea por arrastre de vapor o líquido-líquido. Los aceites esenciales pueden ser extraídos de las diferentes partes de la planta. Su composición es variable, por lo general se encuentran los siguientes componentes alcanos, alcoholes, aldehídos, ésteres, monoterpenos, sesquiterpenos entre otros (Martinez , 2003)

Pueden ser extraídos por diferentes mecanismos como destilación, arrastre de vapor, o por medios tradicionales como extracción con solventes orgánicos (López Luegon , 2004)

Gran cantidad de estos aceites disponen de características antioxidantes, antimicrobianas y antifúngicas (Mendez *et al.*, 2015)

Según Montero y colaboradores (2017) los aceites esenciales tienen la capacidad de eliminar el ciclo del ácido tricarboxílico evitando el consumo de oxígeno y provocando la muerte de bacterias.

Desde el punto de vista de Peredo , Palou y López (2009) se cree que los aceites esenciales tienen propiedades que impiden el crecimiento bacteriano al actuar como agentes bacteriostáticos, al mismo tiempo que ralentizan la oxidación de grasas y aceites

2.3.3.1. Aceite esencial de canela

La Canela *Cinnamomum verum* es un árbol perteneciente a la familia de las lauráceas de hoja perenne, caracterizado por mantenerse verde, crece en lugares de temperatura 24 a 30 grados; el lugar propicio para su crecimiento son los suelos arenosos; sus hojas oscilan entre los 7 a 25 cm, presenta flores pequeñas de color blanco (Sánchez Miranda , 2013)

La canela presenta en su composición 4% de aceite esencial, ácidos como: p-cumárico, palmítico, ascórbico; en su corteza se encuentra fibra, cumarinas, mucilagos, minerales como yodo, hierro, boro, calcio (Masats, 2021)

El aceite esencial de canela se puede extraer de diferentes partes de la planta de flores, cortezas, tallos, hojas, posee un sabor característico a canela, es soluble en alcohol y es poco soluble en agua (González Cabrera M. V., 2010)

Entre sus componentes se encuentra el cinamaldehído en un 5%, este compuesto le brinda la característica de antimicrobiano (González Cabrera *et al.*, 2020). En su forma pura tiene actividad inhibitoria contra una amplia gama de hongos y bacterias tales como *-Salmonella ssp, E coli, Pseudomonas, Staphylococcus spp-*, lo que hace muy útil en la industria alimentaria (Castro *et al.*, 2017).

En base a Husain y colaboradores (1989) y referenciando a Montero *et al.*,(2017) mencionan que le aceite esencial de canela se utiliza como bactericida debido a su componente principal, el eugenol, que está presente en una concentración del 70-95%.

2.3.3.2. Actividad antimicrobiana de los aceites esenciales

La actividad antimicrobiana de los aceites esenciales se atribuye a la presencia de componentes terpénicos como carvacrol, p-anisaldehído, carvona el conjunto de estos lo convierte en antifúngicos (Herrera, 2011) así como sus compuestos fenólicos (Burt, 2004)

Los aceites esenciales tienen la capacidad de traspasar y provocar la muerte celular esto se debe a su modo de acción en cuanto a sus características hidrófobo e hidrófilo. De la misma manera según su composición química, pueden interponer en la translocación de protones y la fosforilación del ATP (Reyes, Palou, y Lopez, 2012)

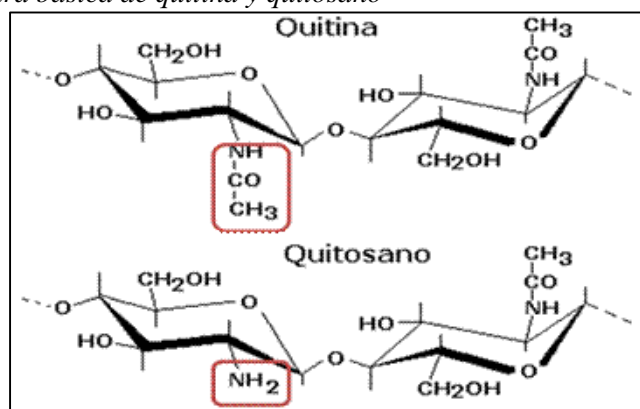
2.3.4. Quitosano

En la naturaleza se encuentra una gran cantidad de quitina es un biopolímero muy abundante; este compuesto se encuentra en la contextura de los crustáceos, en las paredes celulares de los hongos (Muxika *et al.*, 2017)

La quitina es convertida en quitosano gracias a una reacción de desacetilación alcalina al 50-60 % (Ortega Cardona y Fernández , 2020)

Es un tipo de biopolímero compuesto por unidades repetitivas de β -(1-4)-2-acetamida-D-glucosa y β -(1-4)-2-amino-D-glucosa, su estructura química está formada por carbono, hidrogeno, oxigeno, grupos aminos que ayudan a la formación de puentes de hidrógeno (Leceta *et al.*, 2013)

Figura 4: Estructura básica de quitina y quitosano



Fuente: Curbelo *et al.*, (2021, p56)

El quitosano es un elemento que forma parte de las paredes celulares de los crustáceos, posee partículas semipermeables a los gases y al vapor de agua. Se le ha dado

gran importancia en los últimos tiempos debido a su potencial como recubrimiento, ayuda a reducir la pérdida de peso y al mismo tiempo mejora la calidad de las frutas y verduras (Ziani *et al.*, 2014)

Este compuesto se obtiene de fuentes naturales tales como crustáceos, hongos, algas; se da mediante procesos químicos y enzimáticos que implican la desacetilación de la quitina (Bautista *et al.*, 2017).

Para la obtención de este compuesto se da una selección y limpieza a la materia prima (cáscaras de los crustáceos) seguidamente pasa por un proceso de molienda, es aquí donde inicia una transformación fisicoquímica de las cáscaras, en donde se dan procesos de desproteización y desmineralización como último paso se da la desacetilación y se extrae el quitosano (Domard , 2011)

El quitosano presenta una amplia actividad antimicrobiana, tiene la capacidad de actuar contra bacterias (Gram negativas y Gram positivas) levaduras y algunos tipos de hongos (Ayala Valencia , 2015)

Su capacidad antimicótica se ve reflejada al disminuir la esporulación logrando inhibir la reproducción de hongos (Hernandez Lauzardo *et al.*, 2008)

2.3.5. Medios de cultivo

Son una mezcla de compuestos que son los encargados de la nutrición de microorganismos, deben ser elaborados en concentraciones óptimas y condiciones ideales, para un adecuado crecimiento microbiano (Garcés y Saravia , 2008)

2.3.5.1. Clasificación:

Los medios de cultivo se clasifican de la siguiente manera:

- **Según su origen:** en naturales, sintéticos y semisintéticos. Los medios naturales son aquellos elaborados a partir de sustancias naturales o vegetales. Los sintéticos estos están compuestos por una formulación química estandarizada. Los semisintéticos están elaborados con adiciones de sustratos que brindan mejores características.
- **Según su consistencia:** en sólidos: son aquellos que son formulados para añadir un líquido en una parte sólida; semisólidos: están compuestos en un 70% de agar; líquidos: están compuestos de manera líquida estos contienen nutrientes disueltos.
- **Según su utilidad:** de enriquecimiento: son medios líquidos que en su composición contienen agregados para inhibir el desarrollo de agentes no deseados; de transporte: son encargados de garantizar la viabilidad bacteriana hasta su uso; diferenciales: estos medios permiten la diferenciación y distinción entre varios microorganismos; selectivos: estos están elaborados para facilitar el crecimiento de microorganismos específicos (Chero LLontop, 2019)

2.3.6. Análisis Costo beneficio

El objetivo de este análisis es alcanzar rentabilidad, para la obtener de utilidades y poder tomar decisiones. Este análisis permite analizar costos y beneficios para obtener el rendimiento de un proyecto, determinando su viabilidad (Aguilera Díaz, 2017)

Este análisis consta de 4 pasos esenciales que se detallan a continuación:

- Caracterización de costos
- Identificación de costos y cuál es su beneficio
- Análisis de costos durante la ejecución del proyecto y los beneficios alcanzados
- Toma de decisiones de acuerdo a los parámetros analizados (Bravo Pérez, 2011).

CAPITULO 3

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se señala el nivel, diseño experimental y la identificación de variables para aportar a la validez de la investigación.

Se muestra los materiales y la metodología que se empleó para el desarrollo de este experimento. Incluye las características y las variables: dependiente (aplicación del recubrimiento) independiente (análisis del efecto producido), así mismo, se señala los parámetros, dispositivos y equipos utilizados para la obtención de datos necesarios para la finalización de este trabajo.

3.1. Nivel de investigación

Investigación exploratoria ya que se desea conocer el efecto que producirá el recubrimiento comestible a diferentes concentraciones, al aplicar en mora de castilla.

3.2. Diseño de Investigación

Diseño Experimental: diseño puro (manipulación de la variable independiente)

3.3. Población y muestra

Población: mora de castilla del Austro

Muestra: la mora de castilla se obtuvo del mercado el Arenal, una cantidad de 906 g

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 3: Instrumento de recolección de datos

Técnica	Instrumentos
Observación	Estructurada: periodos de 5 días
Degustación	Mediante un análisis sensorial
Documental	Cuadernillo

3.5. Obtención y selección de Mora de castilla *Rubus glaucus*

Para la obtención de las muestras se escoge la población de mora de castilla del Austro. Las muestras son compradas, en el Mercado “El Arenal”, del cantón Cuenca Ecuador; las mismas pasan por un proceso de selección, pesado y desinfección. La selección se hace de acuerdo a su tamaño y peso, para su desinfección se utiliza una dilución de hipoclorito de sodio en agua.

Empleando la metodología descrita por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2013) se calcula el porcentaje de acidez; el proceso se realiza mediante una titulación con NaOH a una concentración 0.1N.

Se extrae una muestra de pulpa de mora, se toma 5g de la muestra y se diluye con agua destilada hasta obtener un volumen de 50 mL, se añade 3 gotas de fenolftaleína como indicador y se procede a titular. El punto de viraje se evalúa al visualizar un cambio de coloración en la muestra. Para calcular el porcentaje de acidez se utiliza la siguiente fórmula:

$$\%Acidez = \frac{N * VD * mEq * 100}{M}$$

En donde:

N: normalidad del reactivo

VD: volumen del reactivo descargado (mL)

mEq: miliequivalentes del ácido dominante (mL)

M: peso muestra (g) (Gonzalez , 2019).

Según la normativa INEN N. , (2016) el índice de madurez se encuentra de la relacion entre, los sólidos solubles totales, expresados en grados Brix, sobre el porcentaje de acidez titulable.

$$\text{Indice de madurez} = \frac{\text{Sólidos solubles totales (°Brix)}}{\% \text{ de Acidez titulable}}$$

3.6.Preparación del Recubrimiento (quitosano más aceite de canela)

Para la preparación del recubrimiento se utiliza el método descrito por Vasques *et al.*, (2015).

Tabla 4: Composición de Recubrimiento comestible

Glicerol (g)	Ácido Acético (mL)	H2O destilada (mL)	Quitosano (g)
0.5	1	97.5	1

Fuente: Vásquez *et al.*, (2015)

Las características del quitosano a utilizar son las siguientes: producto natural, grado de desacetilación de 90-98%, un peso molecular de 100.000-300.000 g/mol, viscosidad de 30-300 cps.

El glicerol y el aceite esencial de canela son adquiridos de una Botica de la Ciudad de Cuenca, el ácido acético e hidróxido de sodio se obtiene de los laboratorios de Ciencias de la Vida de la Universidad Politécnica Salesiana. Se prepara un volumen de 375 mL para cada concentración con las siguientes cantidades.

Tabla 5: Composición para 375 mL de recubrimiento

Glicerol (g)	Ácido Acético (mL)	H2O destilada (mL)	Quitosano (g)
1.87	3.75	365.62	3.75

Fuente: Autora

Para elaborar el recubrimiento, se calienta la solución de ácido acético con glicerol hasta alcanzar una temperatura de 70°C, se retira del agitador y se adiciona el quitosano, con agitación constante, una vez disuelto se coloca el glicerol. El aceite esencial de canela se dispersa en 0.1% de tween 20 (v/v) y se añade la solución inicial para alcanzar concentraciones de 10 y 25%. Se homogeniza durante 10 minutos y se aplica a la fruta (Vasques *et al.*, 2015)

3.7. Aplicación del Recubrimiento y envasado

En base a Rojas y Graü (2007) y referenciando a (Laica, 2020); la aplicación del recubrimiento se realiza por inmersión, es el método más utilizado en frutas y verduras, luego de un reposo se procede a un escurrido y secado dando como resultado la formación de una película delgada en la superficie del alimento.

Se pesa 50 g de mora para cada tratamiento, 6 muestras en total. Dos con recubrimiento y una de control, cada una con repetición.

Para aplicar el recubrimiento se distribuye las moras en un vaso de precipitación, la solución se va dispersando, se mantiene durante dos minutos, posteriormente se coloca en una malla para quitar el excedente en un lapso de 10 minutos. Transcurrido el tiempo se almacena en envases de polipropileno con respiradores en la parte superior y se las lleva a refrigeración durante el tiempo de control.

3.8. Evaluación de las características organolépticas y microbiológicas

Las características organolépticas, y microbiológicas se determinan en un periodo de 30 días. Su sabor se evalúa a través de un panel de degustación, en periodos de 5 días, tomando en cuenta los siguientes parámetros:

Tabla 6: *Parámetros de evaluación*

Parámetros	
Sabor	Coloración
Textura	Grados Brix
Peso	Tamaño

Fuente: Autora

Para estimar su sabor, textura y coloración se hizo un test, con diferentes opciones (Bueno, diferente, malo) donde se consulta las siguientes preguntas:

¿Cómo le pareció el sabor de la fruta?

¿La textura de la fruta le parece adecuada?

¿Le parece buena la coloración que presenta la fruta?

¿Nota usted algún cambio en el sabor?

Las características microbiológicas se establecen de acuerdo a la presencia de mohos y levaduras en las tres muestras.

3.9.Preparación del medio de cultivo

El medio que se elige para el desarrollo de hongos y levaduras es *Potato Dextrose Agar* (PDA). Este medio es utilizado para el cultivo de hongos y levaduras en alimentos (Gil , 2019)

Para su preparación se hidrata 10,92 g en 280 mL de agua destilada, con movimiento constante en la estufa durante 5 minutos, para luego ser autoclavado.

Para el enriquecimiento de la muestra se prepara agua de peptona, se hidrata 7.5g en 500 mL de agua destilada. Para luego esterilizar a 121°C (INEN N. , 2013)

Se preparan 3 muestras, de las cuales se obtienen, los dos tratamientos con concentración 10 y 25% y una de control, se realiza un lavado con 90 mL de diluyente (agua de peptona) y 10 g de muestra.

Se prepara diferentes diluciones de: 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} . Se siembra las diluciones 10^{-1} y 10^{-6} de cada tratamiento, utilizando la técnica de siembra en placa, con 1 mL de muestra en 20 mL en medio de cultivo.

La temperatura recomendada para el crecimiento de hongos es de 25 a 29°C en un tiempo de 5 a 7 días (García *et al.*, 2016)

Finalmente se realiza un conteo y comparación para verificar la presencia de hongos y levaduras presentes en los tratamientos y en la muestra de control.

CAPITULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Índice de madurez

Para poder aplicar el recubrimiento se verifica, que todo el lote de mora se encuentre en condiciones óptimas y que haya igualdad en todos los frutos, calculando el índice de madurez; que es igual, al valor de sólidos solubles totales expresados en grados Brix, sobre valor máximo de acidez titulable.

El porcentaje de acidez de ácido cítrico se evalúa a través de la siguiente formula:

$$\%Acidez = \frac{N * VD * mEq * 100}{M}$$

En donde:

N: normalidad del reactivo

VD: volumen del reactivo descargado (mL)

mEq: miliequivalentes del ácido dominante (mL)

M: peso muestra (g) (Gonzalez , 2019)

$$\%Acidez = \frac{0.1 N * 0.5 mL * 0.064 mL}{5g} \times 100 = 1,6\% \text{ ácido cítrico}$$

Seguidamente se reemplaza los datos en la ecuación de índice de madurez:

$$indice \ de \ madurez = \frac{9.6 \text{ } ^\circ\text{Brix}}{1.6\%} = 6,0$$

Según la norma para frutas frescas-mora el índice de madurez debe tener un mínimo de 5.0, por lo señalado la muestra cumple con los requisitos establecidos. (INEN, 2016)

4.2. Análisis de grados Brix

Se realiza un análisis de observación entre: las semanas transcurridas con la aplicación del RC; y la variación de grados Brix.

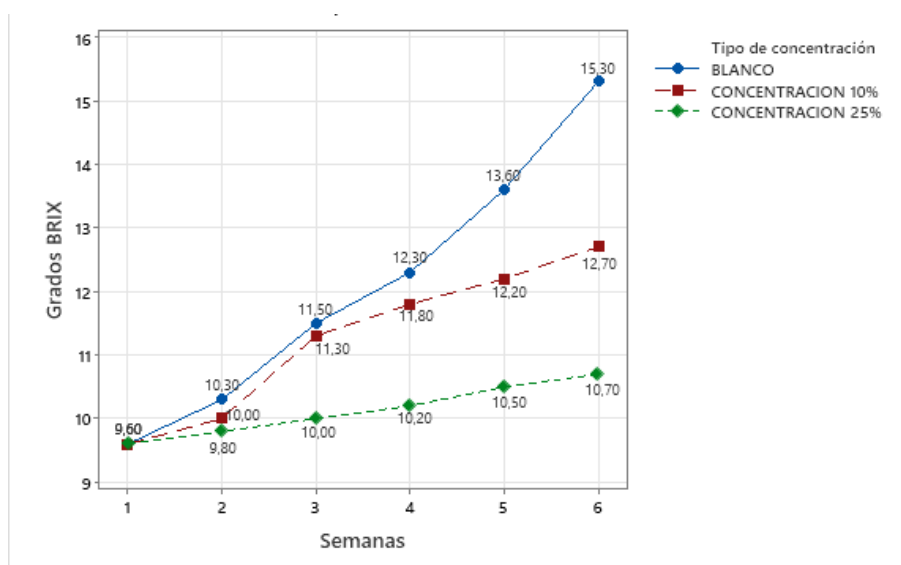


Gráfico 1: Gráfica de Grados Brix y semana de observación

Fuente: Autora

En el gráfico 1 se observa un gráfico de línea de tendencia de las observaciones realizadas, en cuanto al efecto de quitosano y aceite de canela en concentraciones 10%, 25% y la muestra sin recubrimiento comestible. Se puede visualizar que la concentración del 25% mantiene los grados Brix en un rango aceptable, en donde la medida de los SST al inicio es de 9.60 y alcanza un máximo de 10.50. Mientras que en las otras muestras se inicia con el mismo porcentaje, pero al transcurrir las semanas, se observa un aumento en la cantidad de sólidos solubles totales; llegando a 12.70 la muestra con concentración del 10% y en la muestra sin recubrimiento comestible se llega a una medida de 15.30.

A continuación, se presentan los cálculos estadísticos, para ello primero se realiza un análisis de la normalidad de los datos, con el objetivo de dar fiabilidad a la prueba escogida.

Tabla 7: Prueba de normalidad de los grados Brix

Variable	Grupo	Shapiro-Wilk			
		Estadístico	Estadístico	gl	Sig.
Grados BRIX	Concentración 10%	0.181	0.928	6	0.567
	Concentración 25%	0.143	0.972	6	0.907
	Blanco	0.136	0.971	6	0.900

Fuente: Autora

En la tabla 7 se observa la prueba de Shapiro Wilk que indica si la variable de análisis que señala los grados Brix se distribuye de forma normal, como se observa la significancia es mayor a 0.05 que indica que los grados Brix en los grupos de la concentración 10%, 25% y el fruto en blanco se distribuyen en una curva normal por lo que se pueden aplicar pruebas paramétricas, en este caso la prueba ANOVA de un factor, donde la variable dependiente son los Grados Brix, el factor es la característica que divide a la muestra que es el porcentaje de recubrimiento y la mora sin recubrimiento comestible.

Tabla 8: Prueba ANOVA de grados Brix en concentración de quitosano y aceite de 25%, 10% y muestra sin RC.

Grupo	Media	Desviación estándar	F	Significancia
Concentración 10%	11.267	1.232		
Concentración 25%	10.133	0.418	2.84	0.05
Blanco	12.100	2.116		

Fuente: Autora

Conforme a lo descrito en la tabla 8, se identifica que existen diferencias estadísticamente significativas del valor medio de los grados Brix en la concentración de

quitosano y aceite de canela en 25% y 10% y al fruto sin recubrimiento. Al analizar el valor medio se observa que en promedio los grados Brix en la concentración del compuesto en 25% es menor (10.02); Mientras que al 10% (11.26), pero en conjunto son menores que la mora en blanco ya que este tiene un valor de (12.10). El contenido de sólidos solubles totales, expresados en grados Brix, en la concentración del 25% tuvo una variación mínima, mientras que la del 10% y de la muestra sin recubrimiento comestible fue más alta. Por lo tanto, la muestra que conserva sus características y al mismo tiempo la concentración de azúcares fue de 25%, mientras que en las otras concentraciones se vio un aumento en la cantidad de sólidos solubles totales, lo que se refleja en un mayor grado de madurez.

4.3. Análisis de peso

Se analiza el peso de la mora con dos tipos de concentración y el fruto sin recubrimiento comestible. A continuación, los resultados:

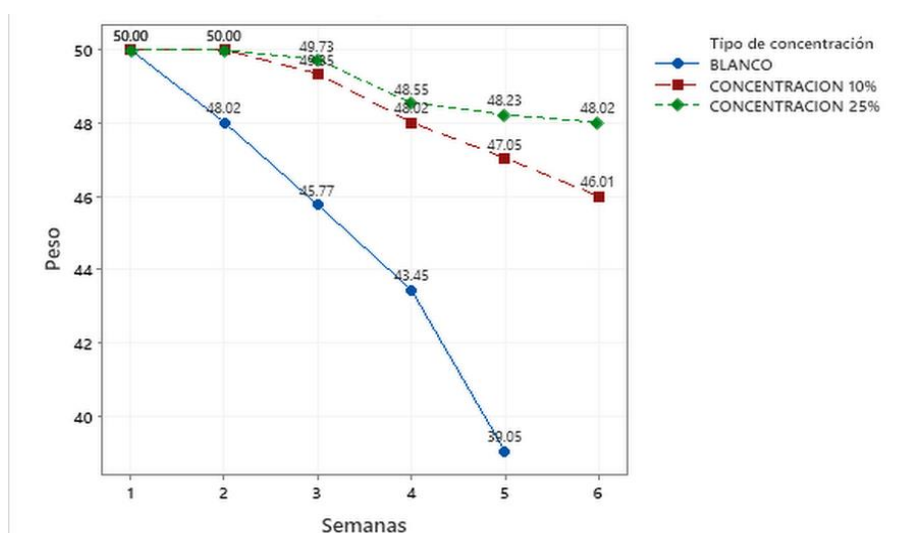


Gráfico 2: *Peso y semana de observación*

Fuente: *Autora*

En el gráfico 2 se observa que, en los tres casos, el peso de la mora postcosecha es de 50 gramos al inicio, conforme pasa el tiempo disminuye, la mayor pérdida de peso

se da en el fruto sin recubrimiento. A continuación, se presenta los resultados estadísticos, previo se presenta el análisis de la normalidad de los datos

Tabla 9: Prueba de normalidad del peso

Variable	Grupo	Shapiro-Wilk			
		Estadístico	Estadístico	gl	Sig.
Peso	Concentración 10%	0.216	0.900	6	0.372
	Concentración 25%	0.257	0.828	6	0.103
	Blanco	0.324	0.730	6	0.013

Fuente: Autora

En la tabla 9 se observa los resultados de la prueba Shapiro Wilk que muestra que los pesos en los distintos grupos observados tienen un valor de significancia mayor a 0.05 en el grupo de concentración 10% y 25%, lo que muestra indicios de normalidad, no obstante, en el grupo del fruto en blanco se identifica un valor menor, que muestra que los datos no se distribuyen en curva de normalidad, a pesar de ello se aplican pruebas paramétricas debido a que de los 3 solo 1 presenta esta particularidad. Con ello se aplica un análisis ANOVA, la variable dependiente es el peso y el factor son los tres casos examinados.

Tabla 10: Prueba ANOVA del peso en concentración de quitosano y aceite de 25%, 10% y fruto blanco

Grupo	Media	Desviación estándar	F	Significancia
Concentración 10%	48.405	1.655	2.037	0.165
Concentración 25%	49.088	0.921		
Blanco	37.715	18.863		
Total	45.069	11.594		

Fuente: Autora

En la tabla 10 se observa un valor de significancia de 0.165 mayor a 0.05, lo que implica aceptar la hipótesis nula que plantea que no existen diferencias estadísticamente

significativas en el peso con el recubrimiento de la mora con quitosano más aceite en un porcentaje de concentración del 25%, 10% y el fruto blanco.

El peso no sufre cambios drásticos en el recubrimiento con concentración del 25% ya que llega a un máximo de 48.02 g, es decir, que se ha perdido 1.98 g equivalente a 3.96% de peso durante el tiempo de conservación. Mientras que la concentración de 10% alcanza un peso de 46.01, lo que indica una pérdida de 3.09 gramos equivalente a 6.18%. En la muestra sin recubrimiento comestible se presenta cambios más acelerados en el peso llegando 39.05 g, dando como resultado una pérdida de 10.95 g igual a 21.9%. En base a Farinango y Ruales (2010) y referenciando a Wills *et al.*, 1998. La pérdida de peso se debe a que después de la recolección la mora continua su proceso de respiración y transpiración lo que las hace dependientes del contenido de agua y se van agotando los nutrientes reservados, luego de este proceso no existe una compensación y se va deteriorando la fruta; esto sucede en la muestra que no tiene recubrimiento. Mientras que las muestras que tienen el recubrimiento comestible, al estar elaborado con quitosano; este compuesto ayuda a formar una capa que reduce el cambio gaseoso, así se retarda la maduración y por lo tanto la cantidad de agua se reduce (Bautista *et al.*, 2017). En una investigación realizada por Freire Martínez (2017) en donde se aplica quitosano en mora de castilla se observó que durante 8 días de almacenamiento a 6 ± 1 °C, hubo una mayor pérdida de peso en la muestra control, en aproximadamente un 7%, mientras que en las muestras que tenían recubrimiento la disminución de peso fue mínima. De manera similar en un trabajo experimental llevado a cabo por Han *et al.*, (2004) demostraron que el quitosano ayudó a una disminución en la pérdida de peso en frambuesas y fresas en un 88%, es decir la pérdida de peso fue mínima al usar el recubrimiento elaborada con quitosano; mientras que Piedrahita y Villegas (2016) en su trabajo al analizar el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible en la conservación de las características

sensoriales y tiempo de almacenamiento en mora de castilla, concluyen que se demuestra que al aplicar recubrimiento el tiempo de vida se prolonga ya que la pérdida de agua es mínima, mientras que en la muestra sin recubrimiento comestible se pierde en gran cantidad causando su deterioro a medida que transcurre el tiempo.

4.4. Análisis de sabor color y textura

En el siguiente análisis se indica los resultados de sabor, color y textura de la mora postcosecha, evaluada por 5 catadores durante 6 semanas.

4.4.1. Análisis de sabor

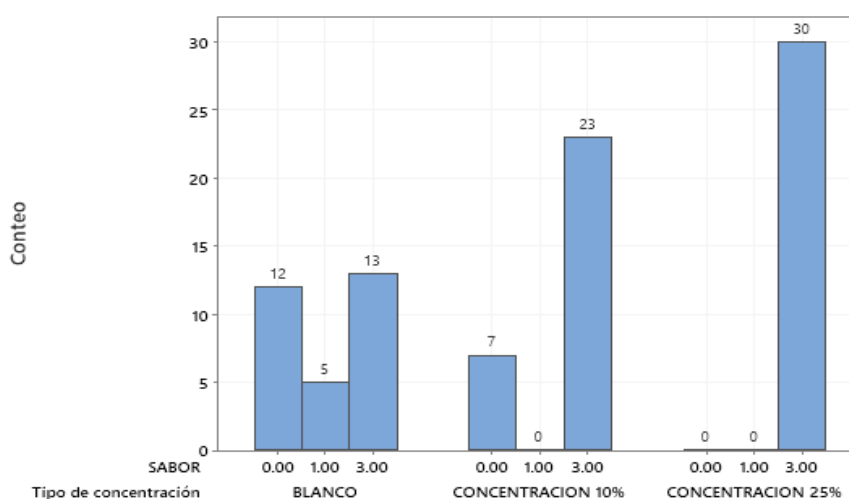


Gráfico 3: Análisis de sabor de acuerdo a las diferentes concentraciones

Fuente: Autora

De acuerdo al gráfico 3, al aplicar el recubrimiento con concentración del 25%, el 100% de las observaciones indican que el sabor fue bueno. En cuanto a la concentración del 10%, el 76.66% de las observaciones indican que el sabor fue bueno y el 23.33% indica que fue diferente. De la misma manera, en la muestra sin recubrimiento el 43.33% de las observaciones señala que el sabor fue bueno y el 16.66% aluden que fue malo.

El sabor puede ser inducido por la concentración del aceite esencial de canela, ya que su sabor va incrementando de acuerdo a la cantidad de aceite esencial que se utiliza,

mientras que, en la mora sin recubrimiento comestible, el sabor se siente diferente debido al deterioro y los cambios que sufre la fruta.

A continuación, se presentan los resultados de la prueba de normalidad de las propiedades organolépticas analizadas, con el objetivo de aplicar el estadístico adecuado.

Tabla 11: Prueba de normalidad de las propiedades organolépticas analizadas

Variable	Grupo	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Sabor	Concentración 25%	0.526	30	0.000
	BLANCO	0.720	30	0.000
Textura	Concentración 25%	0.632	30	0.000
	BLANCO	0.803	30	0.000
Coloración	Concentración 25%	0.632	30	0.000
	BLANCO	0.803	30	0.000
Cambio de sabor	Concentración 10%	0.554	30	0.000
	CONCENTRACIÓN 25%	0.492	30	0.000
	BLANCO	0.786	30	0.000

- a. SABOR es constante cuando Grupo = CONCENTRACIÓN 10% Se ha omitido.
- b. Corrección de significación de Lilliefors
- c. TEXTURA es constante cuando Grupo = CONCENTRACIÓN 10%. Se ha omitido.
- d. COLORACIÓN es constante cuando Grupo = CONCENTRACIÓN 10% Se ha omitido.

Fuente: Autora

En la tabla 11 se observa los resultados de la prueba Shapiro Wilk que indica que todas las variables no se distribuyen en una curva normal, por lo que no se pueden aplicar pruebas paramétricas como la técnica estadística ANOVA, de tal manera que se utiliza la prueba de Kruskal-Wallis:

Figura 5: Captura de pantalla de la Prueba Kruskal-Wallis de sabor en concentración de quitosano y aceite de 25%, 10% y fruto blanco

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de SABOR es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula.
2	La distribución de TEXTURA es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula.
3	La distribución de COLORACION es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula.
4	La distribución de CAMBIO DE SABOR es la misma entre las categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Fuente: Autora

Como indica la figura 5, la prueba de Kruskal-Wallis el sabor con respecto al tipo de concentración de quitosano y aceite 10%, 25% y fruto blanco presentan diferencias significativas, dado que el valor de la significancia es inferior a 0.05, lo que implica rechazar la hipótesis nula que implica que las medias son iguales. Bajo este contexto se aplica la prueba pos hoc como indica la tabla 7.

Tabla 12: Prueba pos hoc según el sabor

Variable	Grupos de comparación	Significancia
Sabor	Concentración 10% - Blanco	0.024
	Blanco - Concentración 25%	0.000
	Concentración 25% - Concentración 10%	0.100
Textura	Concentración 10% - Blanco	0.015
	Blanco - Concentración 25%	0.000
	Concentración 25% - Concentración 10%	0.008
Coloración	Concentración 10% - Blanco	0.037
	Blanco - Concentración 25%	0.000
	Concentración 25% - Concentración 10%	0.007
Cambio de sabor	Concentración 10% - Blanco	0.001
	Blanco - Concentración 25%	0.000
	Concentración 25% - Concentración 10%	1.000

Fuente: Autora

La tabla 7 muestra los resultados de la prueba pos hoc, el valor de la significancia indica que existen diferencias entre los diferentes grupos de comparación, dado que dicho valor es menor a 0.05 lo que implica rechazar la hipótesis nula de que existe igualdad de medias entre los grupos. Excepto en el sabor y en el cambio de sabor en los grupos de concentración 10% y 25%, donde el valor de significancia es mayor a 0.05.

4.4.3. Análisis de Textura

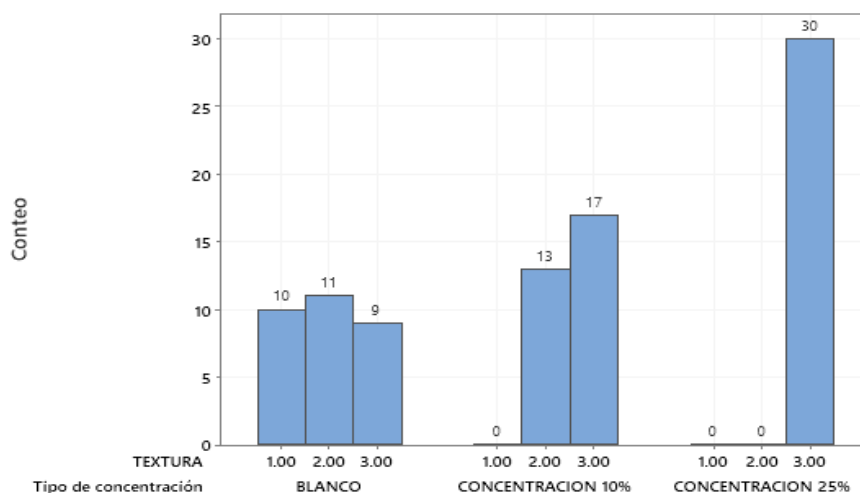


Gráfico 4: Análisis de textura

Fuente: Autora

Por otro lado, en el gráfico 4 en cuanto a la textura del fruto al aplicar una concentración de 25% de quitosano y aceite de canela, el 100% de las observaciones indica que es buena. Con respecto a la concentración del 10% aplicado a la fruta, el 56.66% de las observaciones señalan que la textura es buena y el 43.33% exterioriza que es regular. Finalmente, en la muestra sin recubrimiento comestible el 30% de las observaciones indican que la textura es buena, pero el 33.33% de las observaciones refleja que es mala. Es decir que la mayor aceptación se encuentra situada en la muestra con concentración de 25%, seguida con la concentración del 10% de aceite esencial, mientras que la muestra sin recubrimiento comestible tiene una aceptabilidad baja. Se visualiza deterioro en las moras que no tenían ningún tipo de recubrimiento.

4.4.4. Análisis de coloración

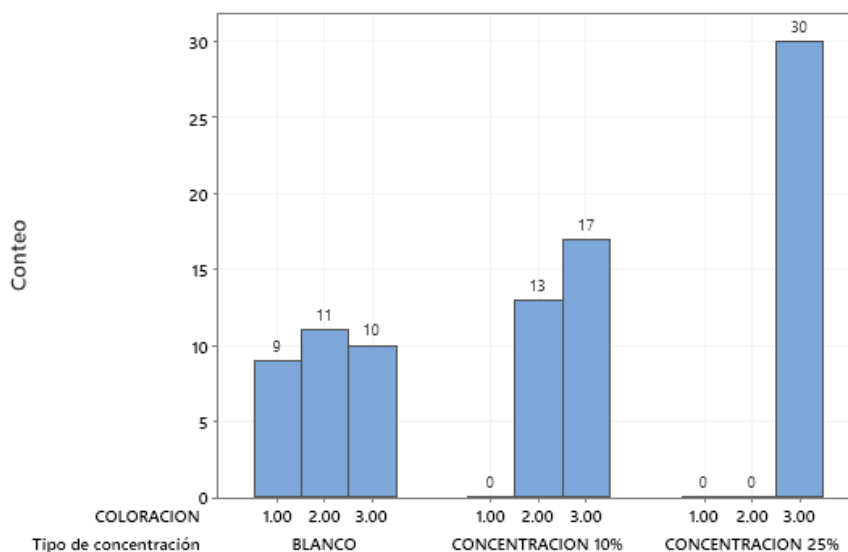


Gráfico 5: Análisis de coloración

Fuente: Autor

El gráfico 5, indica con relación a la coloración del fruto por el tipo de concentración del 25% en quitosano y aceite de canela, el 100% de las observaciones mencionan que es buena. Bajo la concentración del 10% el 56.66% de los datos indican que la coloración es buena, finalmente, con el fruto blanco el 36.66% de las observaciones indica es regular la coloración de la fruta.

Al aplicar el recubrimiento en la mora de castilla se forma una capa que le otorga brillo a la mora, se forma una película que la protege lo que la hace mucho más llamativa ante los catadores. En tanto que en la muestra sin recubrimiento comestible al pasar los días se observa un cambio en su coloración ya sea debido al sobre proceso de maduración, o a la pérdida de agua y sólidos. Piedrahita y Villegas (2016) en su trabajo concretan que la muestra control y las muestras con RC su apariencia es similar en los primeros días de análisis, sin embargo al tercer día de evaluación se visualiza un cambio de color drástico en la muestra control; mientras que en las otras muestras no se notó cambios en su coloración.

4.4.5. Análisis de cambio de sabor

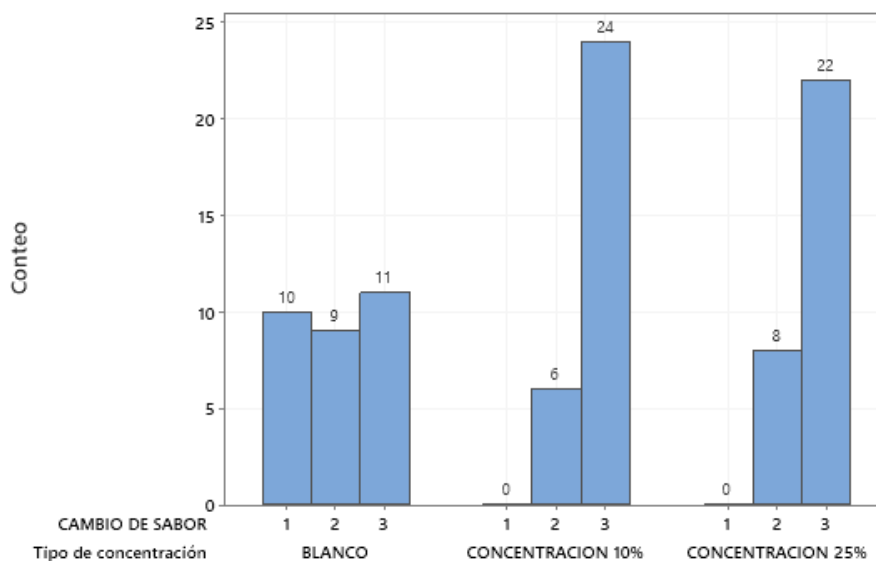


Gráfico 6: Análisis de cambio de sabor

Fuente: Autora

El gráfico 6, indica el cambio de sabor del fruto por el tipo de concentración; en la concentración de 25% de aceite esencial y quitosano, el 73.33% de las observaciones mencionan que el cambio es mínimo y el 26.66% indica que es diferente. En cuanto a la concentración del 10% el 80% de los datos indican que el cambio de sabor es mínimo, finalmente, con el fruto blanco el 30% de las observaciones indica que es malo el cambio de sabor de la fruta, mientras que el 36.66% indica que se generó un cambio mínimo. Los catadores reflejan que la muestras tuvieron un cambio mínimo en el sabor. Según los catadores, ninguna de los modelos tiene una completa aceptación, la muestra que presenta un 80% de acogida favorable, tiene una concentración del 10% de aceite esencial es decir la cantidad usada es baja; Chasiloa Suarez (2019) en su investigación señala que el sabor se puede sentir diferente debido al olor característico y la concentración de aceite que se utiliza para elaborar el recubrimiento; si se colocan grandes concentraciones de aceite esencial su sabor será menos agradable. Mientras que Cáceres Navas (2019) al tratar mora de castilla con un recubrimiento de aceite de flor de canela demuestra que ninguna de las

muestras tiene 100% de aceptación en cuanto a su sabor, pero alcanzaron un rango promedio, es decir su sabor es aceptable tal como en las muestras analizadas.

4.5. Análisis microbiológico

Para el análisis microbiológico se usa medio de cultivo *Potato Dextrose Agar* (PDA). Este medio ayuda al desarrollo de hongos y levaduras en alimentos (Gil , 2019). Se siembra utilizando la técnica de siembra en placa; posteriormente se lo deja incubar a una temperatura de 25 a 29°C en un tiempo de 5 días García *et al.*, (2016). Se analiza e identifica que microorganismo se ha desarrollado para luego realiza el conteo por UFC en las diferentes muestras.

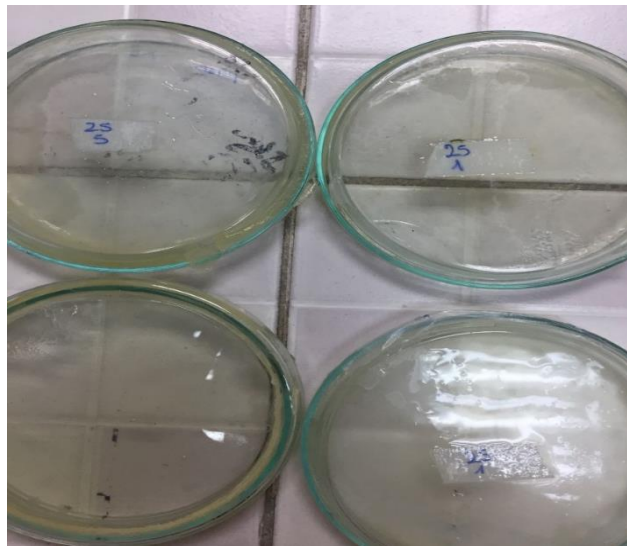


Gráfico 7: Muestras sin crecimiento de hongos

Fuente: Autor



Gráfico 8: Placas con crecimiento de hongos (Sin Recubrimiento)

Fuente: Autor

Tabla 13: Conteo de UFC por mililitro en las concentraciones de 10 y 25% y en la muestra de sin recubrimiento

Muestra	UFC/mL
10%	Sin crecimiento
25%	Sin crecimiento
Sin Recubrimiento (Control)	276

Fuente: Autora

Al realizar el conteo de unidades formadoras de colonia se visualizó que hubo crecimiento de hongos en muestra sin recubrimiento comestible. Mientras que en la muestra de concentración del 25 y 10% no hubo crecimiento de ningún microorganismo. Por lo que se afirma que la concentración de aceite esencial de canela tiene un efecto significativo ya que demuestra la protección contra el desarrollo de estos agentes. Según Cáceres Navas (2019) en su investigación realizada al aplicar aceite esencial de flor de canela como recubrimiento en mora post cosecha indica, que hubo crecimiento de hongos en la muestra sin recubrimiento, también recalca que la mayor inhibición de hongos se da

a las 72h de aplicar aceite de canela en las muestras, tomando en cuenta que el desarrollo de hongos solo se dio en la muestra control. Freire Martínez (2017) en su estudio demuestra la efectividad que presenta los aceites esenciales al aplicarlos para la conservación de alimentos tal es el caso de recubrimiento comestible a base de pectina que impide el desarrollo de hongos, ya que presenta acción como fungicida y antioxidante. De la misma manera Silvia *et al.*, (2013) determinó que las muestras de mora que tenían mayor concentración de aceite esencial no se desarrollo ningun tipo de microorganismo debido a que la canela en su composición posee eugenol; gracias a este componente se retrasa la tasa de respiración, el grado de madurez, así mismo se disminuye la producción de etileno.

4.6 Análisis de costos para la elaboración del recubrimiento

Tabla 14: Costos y cantidades utilizados para preparación de recubrimiento comestible

Material o reactivo	Peso/Volumen	Costo	Total
Qitosano	3.75 g	6.00	6.00
Aceite Esencial de Canela	60 mL	3.50	3.50
Twen 20	150 mL	1.65	1.65
Ácido Acético	3.75mL	0.48 ctv.	0.48
Glicerol	1.87 mL	0.75 ctv.	0.75

Fuente: Autora

Al realizar un análisis de precios por la cantidad de material utilizado, el costo total para la elaboración del recubrimiento es de \$ 12.38 ctvs. Esta cantidad de volumen preparado alcanza para aplicar en 1362 g, es decir, tres libras de mora, el valor para cada libra es de \$4.12.

El costo de la mora en el mercado y tiendas de alimentos varía de acuerdo a la producción, su precio bordea los \$2 por libra, en algunas épocas donde hay sobreproducción su valor llega a \$1. Al aplicar el recubrimiento comestible su precio subiría a un valor de \$6.12ctvs

por libra, por lo cual se ve factible la aplicación del recubrimiento en moras que son destinadas a arreglos, en las industrias hoteleras y restaurants que las exhiben; en supermercados que tienen cadena de frio y un empaque adecuado ya que se dedican a la conservación por un tiempo mayor; mientras que en el caso de agricultores y comerciantes no es factible porque su costo incrementa, y no se realiza el tratamiento adecuado durante su comercialización ya que en su gran mayoría son vendidas en recipientes no aptos, a temperatura ambiente, lo que lo convierte en algo no propicio.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES:

De acuerdo con la investigación “evaluación del efecto de quitosano y aceite de canela aplicado como recubrimiento comestible en mora postcosecha” se concluye lo siguiente:

- El tiempo de durabilidad se ve influenciado por el Recubrimiento, en la muestra sin tratamiento, se visualizó un deterioro total en la quinta semana, mientras que las muestras con RC se pudieron conservar durante las 6 semanas de almacenamiento.
- Conforme a los resultados obtenidos al medir la cantidad de sólidos solubles totales en las muestras con tratamiento, se mantienen dentro del rango establecido por la NORMA NTE INEN 2427, mientras que en la muestra sin tratamiento hay aumento significativo en la cantidad de sólidos solubles totales, por lo que tiende a una descomposición más rápida.
- A través de un análisis estadístico ANOVA se comprobó que no existe diferencias estadísticamente significativas en las concentraciones 10 y 25% por lo que se acepta la hipótesis nula; es decir la pérdida de peso entre las muestras con tratamiento son mínimas.
- El sabor de la fruta se puede sentir diferente por la cantidad de aceite esencial que se utiliza para la formulación del Recubrimiento, en la evaluación realizada por los catadores durante el tiempo de prueba, indican que ningún modelo tiene una completa aceptación respecto a su sabor, pero un 80% prefiere la concentración de 10%, esto se debe a que se utilizó una mínima cantidad de aceite esencial.

- La textura y coloración de la fruta se mantiene gracias a que el recubrimiento forma un film que lo protege, ayudando a mantener su composición física y otorgando mayor brillo lo que la vuelve más llamativa, teniendo un 100% de aceptación de los catadores en la concentración de 25% de recubrimiento.
- Al realizar un análisis microbiológico sobre la presencia de hongos se determina que no existe crecimiento de los mismos en ninguna de las muestras tratadas; en contraste con la muestra control sin tratamiento, en donde se evidencia la eficacia del recubrimiento, ya que ayuda a inhibir y evitar el desarrollo de estos microorganismos en la superficie.
- Los costos para la preparación del Recubrimiento sobrepasan el costo de una libra de fruta, lo que llevaría a subir el precio de la misma por lo que no es factible para pequeños productores, su viabilidad se ve reflejada en el uso para cadenas hoteleras, restaurantes y supermercados que se dedican a la conservación por tiempos largos.
- La hipótesis se cumple ya que el recubrimiento comestible formulado con quitosano y aceite esencial de canela en mora de castilla si ayuda a la conservación por más tiempo de sus características organolépticas y físicas, por lo tanto, se puede utilizar como una alternativa de conservación.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas de madurez y verificar la cantidad de sólidos solubles totales que se encuentran presentes en cada lote, para determinar si se encuentran dentro de los rangos adecuados según la norma vigente.
- Realizar una correcta selección y desinfección a la fruta antes de aplicar el recubrimiento con el fin de evitar contaminación cruzada.

- Para la elaboración del recubrimiento se recomienda tener asepsia durante todo el proceso, mantener la solución en constante movimiento y controlar estrictamente las temperaturas.
- Profundizar el estudio con diferentes concentraciones de quitosano y aceite esencial de canela en las distintas especies de mora cultivadas en varias zonas del Ecuador para verificar la eficacia del recubrimiento frente a la calidad, pérdida de peso y características organolépticas.
- Experimentar con otro tipo de aceite esencial que tenga la característica de ser antimicrobiano y que tenga un sabor mínimo para que no se vean cambios en el sabor del producto.
- Realizar estudios mediante la aplicación de recubrimientos comestibles elaborados con productos orgánicos de bajo costo, en otro tipo de frutas y verduras perecibles que tienen un tiempo de vida corto después de su cosecha, para dar opciones de conservación y evitar pérdidas económicas.

5.3. REFERENCIAS

- Aguilera Díaz, A. (2017). Cost-benefits as a Decision Tool for the Investment in Scientific Activities. *Cofin Habana*, 2(1), 322-343. <https://tinyurl.com/5h2efpes>
- Ancos, B. G. (2015). Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de iv y v gama. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16(1), 8-17. <https://tinyurl.com/mrcvywaa>
- Avila , R. y López , A. (2008). Aplicación de sustancias antimicrobianas a películas y recubrimientos comestibles. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 2(2), 4-13. <https://tinyurl.com/2p84axub>
- Ayala , L., Valenzuela , C. y Bohórquez , Y. (2013).Caracterización fisicoquímica de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) en seis estados de madurez. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 10-18. <https://tinyurl.com/29caajtj>
- Ayala Valencia , G. (2015). Efecto antimicrobiano del quitosano: una revisión de la literatura. *Scientia Agroalimentaria*, 2, 32-38. <https://tinyurl.com/2p8ruext>
- Bautista, S., Ventura, R., Correa, Z. y Corona, M. (2017). Chitosan: a versatile antimicrobial polysaccharide for fruit and vegetables in postharvest a review. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 23(2), 103-121. doi:<https://tinyurl.com/2p9ay7f9>
- Bravo Pérez, H. (2011). *La economía del cambio climático e impactos sociales: métodos y técnicas de análisis; análisis de costo beneficio* [Archivo PDF]. <https://tinyurl.com/2rn376f7>

- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94 (3), 223-253. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022.
- Cáceres Navas , J. C. (2019). *Efecto antimicrobiano de un recubrimiento activo con aceite esencial de flor de canela en mora de castilla (Rubus glaucus Benth)* [Tesis de grado, Universidad Tecnica de Ambato]. <https://tinyurl.com/bddne5pv>
- Castro , M., Espinoza , V., García , Y., López , M., Molina , R. y Lavayen , E. (2017). Recubrimiento comestible de quitosano, almidón de yuca y aceite esencial de canela para conservar pera (*Pyrus communis* L. cv. "Bosc"). *La Tecnica* , (2), 42-53. <https://tinyurl.com/yykxhaw4>
- Chasiloa Suarez, P. (2019). *Evaluación de recubrimiento comestible a base de aceites esenciales de canela (Cinnamomum verum) y clavo de olor (Syzygium aromaticum) en la conservación de frutos de mora de castilla (Rubus glaucus Bent)*. [Tesis de grado, Universidad Tecnica de Ambato]. <https://tinyurl.com/bafxzn9a>
- Chero LLontop, A. K. (2019). *Medios de cultivo*. StuDocu. <https://tinyurl.com/4f75bvnj>
- Dayron Sora, Á., Fischer, G. y Flórez, R. (2006). Almacenamiento refrigerado de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth.*) en empaques con atmósfera modificada. *Agronomía Colombiana*, 24(2), 306-316. <https://tinyurl.com/mr39tpyt>
- Delgado, F. (2012). *Manejo orgánico del cultivo de mora (Rubus sp.)* [Monografía de grado, Universidad de Cuenca]. <https://tinyurl.com/etzx657r>

- Domard , A. (2011). A perspective on 30 years research on chitin and chitosan. *Carbohydrate Polymers*, 84(2), 696-703. doi:10.1016/j.carbpol.2010.04.083
- Falguera, V., Quintero , J. P., Jiménez, A., Aldemar , J. y Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22(6), 292-303. doi: <https://tinyurl.com/2hk2z6nf>
- Farinango , M. y Ruales , J. (2010). *Estudio de la fisiología post-cosecha de la mora de castilla (Rubus glaucus Benth) y de la mora variedad Brazos (Rubus sp)*. [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]. <https://tinyurl.com/msrdcdv3>
- Fernández , N. M., Echeveria , D. C., Mosquera, S. A. y Paz, S. P. (2017). Estado actual del uso de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 134-141. doi:10.18684/BSAA
- Fernández , N., Echeverria, D., Mosquera , S. y Paz, S. (2017). CURRENT STATUS OF THE USE OF EDIBLE COATINGS IN FRUIT AND VEGETABLES. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 134-141. doi:<https://tinyurl.com/2c2k8y6f>
- Fernández Valdés, D., Bautista Baños, S., Fernández Valdés, D., Ocampo Ramírez, A., García Pereira, A. y Falcón Rodríguez, A. (2015). Eatable films and coverings: a favorable alternative in the postharvesting conservation of fruits and vegetables. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(3), 52-57. <https://tinyurl.com/3amcz396>
- Franco , G. y Giraldo C, M. J. (2000). *El cultivo de la mora* (Tercera ed.). Manizales: Corporación Colombiana de Investigación agropecuaria CORPOICA.

- Freire Martínez, E. M. (2017). *Aplicación de un recubrimiento comestible a base de quitosano sobre la calidad sensorial y microbiológica de moras de Castilla (Rubus glaucus Benth)*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].
<https://tinyurl.com/6su9un48>
- Galus , s. y Kadziński, j. (2015). Food applications of emulsion-based edible films and coatings. *Trends Food Sci. Technol*, 45 (2), 273-283.
[doi://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.07.011](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.07.011)
- Garcés, A. y Saravia , K. (2008). *Preparación de medios de cultivo*.
<https://tinyurl.com/3h8c3s56>
- Gil , M. (22 de marzo de 2019). *Agar papa dextrosa: fundamento, preparacion y uso*.
Lifer : <https://tinyurl.com/bdhm926x>
- González Cabrera , M. V. (2010). *Cobseración de mora, uvilla y frutilla mediante la utilización de aceite esencial de canela (Cinnamomum zeynalicum)*. [Tesis de grado, ESPOCH]. <https://tinyurl.com/2p968nju>
- González Cabrera , M., Sánchez Herrera , T. y Paredes Peralta , A. V. (2020). Determinación de la capacidad conservante del aceite esencial de canela sobre uvilla (Physalis peruviana) como tratamiento postcosecha. *Conciencia Digital*, 3(21), 210-2030. doi: <https://tinyurl.com/y9p4xpmr>
- Gonzalez , J. (2019). *Estudio Comparativo de Ph y acidez total bajo normativa INEN 2337 en tres marcas de néctar de naranja* [Tesis de grado, UTMACH].
<https://tinyurl.com/54fxc5vc>

- Guamushig Tarco, M. A. (2017). *Evaluación del efecto de un recubrimiento con quitosano sobre la calidad postcosecha de la mora de Castilla (Rubus glaucus Benth)*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://tinyurl.com/3rbpbh86>
- Gutiérrez, J., Reyes, H. y Castañeda, J. (2017). Physical chemical analysis of the leaves of eucalyptus camaldulensis and its hydrolizate as a substrate in the production of xylitol. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 11(22), 76-83. doi: 10.31908/19098367.3553
- Guzmán, Cuenca y Tacuri. (2018). Postharvest Characterization of Castilla Blackberry (Rubus glaucus) Treated with 1-Methylcyclopropene . *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 27(1), 66-75. <https://tinyurl.com/mwfyhh9c>
- Han , C., Zhao Y, Leonard , S. W. y Traber , M. G. (2004). Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (Fragaria × ananassa) and raspberries (Rubus ideaus). *Biología y tecnología postcosecha*, 33(1), 67-78. doi: <https://tinyurl.com/yc3xnmje>
- Hendrix1_Master . (4 de Mayo de 2020). *Quitosano Hendrix & Dail Centroamérica*. <https://tinyurl.com/2p987fjm>
- Hernandez Lauzardo , A. N., Bautista Baños , S., Velasquez del Valle , M. G., Mendez Montealvo , M. G., Sanchez Rivera , M. M. y Bello Perez , L. A. (2008). Antifungal effects of chitosan with different molecular weights on in vitro development of Rhizopus stolonifer r (Ehrenb.:Fr.) Vuill. *Carbohydrate Polymers*, 73(1), 541-547. doi: <https://tinyurl.com/3dzseuup>
- Herrera , M. (2011). *Evaluación de aceites esenciales de canela y de nuez moscada en un recubrimiento comestible para la conservación de frutos de mora de castilla*. [Tesis de grado, Universidad de la Salle]. <https://tinyurl.com/45sc8dxb>

INEN. (2013). *PRODUCTOS VEGETALES Y DE FRUTAS- DETERMINACION DE LA ACIDEZ TITULABLE (IDT)*. Quito: INEN

Iza, M., Viterí, P., Hinojosa , M., Martínez, A., Sotomayor , A. y Viera , G. (2020). Diferenciación morfológica, fenológica y pomológica de cultivares comerciales de mora (*Rubus glaucus* Benth.). *Enfoque Ute Revista*, 11(2), 47-57. doi:<https://tinyurl.com/44aud4ra>

Iza, Rojas y Arguello. (2016). Quality baseline of the castilla blackberry (*Rubus glaucus*) in its food chain. *Enfoque UTE*, 7(3), 82-94. doi: <https://tinyurl.com/56pj2e3j>

Kumar, S. y Bhatnagar, T. (2014). Studies to enhance the shelf life of fruits using Aloe vera based herbal coating: A Review. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*, 5(3), 211-218. <https://tinyurl.com/y2v2u8n7>

Leceta, I., Guerrero, P., Ibarburu, I., Dueñas, M. y de la Caba, K. (2013). Characterization and antimicrobial analysis of chitosan- based films. *Journal of Food Engineering*, 116(4), 889-899. doi: <https://tinyurl.com/tnk4xhr7>

López González, J. y Gómez Santos , R. (2008). *Tecnología para la producción de frutales de clima frío moderado (Compilación)* . Corpoica

López Luegon , M. T. (2004). Los aceites esenciales. *Offarm*, 23(7), 88-91. <https://tinyurl.com/2x8pphf>

MAGAP. (2013). *La mora de castilla*. Quito: MAGAP.

Martinez , A. (2003). *Aceites Esenciales*. Universidad de Antioquia

Masats, J. (25 de Noviembre de 2021). *Características de la canela*. Botanica online. <https://tinyurl.com/mrx5uwa4>

- Mendez , Osorio, Torrenegra y González . (2015). Extraction, characterization and antioxidant activity of essential oil from plectranthus amboinicus L. *Revista Cubana de Farmacia*, 49(4,) 708-718. <https://tinyurl.com/yc5h6vd8>
- Merino, M. y Perez Porto, J. (2021). *Polisacáridos* Definicion.de. <https://tinyurl.com/2p8caft5>
- Montero , M., Revelo, J., Avilés, D., Valle , E y Guevara , D. (2017). Efecto Antimicrobiano del Aceite Esencial de Canela (*Cinnamomum zeylanicum*) sobre Cepas de Salmonella. *Rev Inv*, 28(4), 987-993. doi: <https://tinyurl.com/2hyzphma>
- Moreira y Guerrero. (2014). Algunas investigaciones recientes en recubrimientos comestibles aplicados en los alimentos. *Temas selectos de ingenieria de alimentos*, 8(2), 5-12. <https://tinyurl.com/5bstnazh>
- Muxika , A., Etxabide, A., Uranga, J., Uranga, J., Guerrero, P. y Caba , K. (2017). Chitosan as a bioactive polymer: Processing, properties and applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 105(2), 1358–1368. doi:<https://tinyurl.com/5rynmt2j>
- Nativas, P. (28 de Junio de 2019). *Mora de Castilla*. Plantas Nativas. <https://tinyurl.com/mr36xp8y>
- NTE-INEN 2427. (2016). *Frutas frescas.mora*. Quito: INEN.
- Núñez, C., Castellano,G., Ramírez, M., Sindoni, M. y Marin, R. (2012). Efecto del cloruro de calcio y una cubierta plástica sobre la conservación de las propiedades organolépticas de la fresa (*Fragaria x ananassa Duch*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 13(1), 21-30. <https://tinyurl.com/3vhrwcbh>

- Ortega Cardona , C. E. y Fernández , X. A. (2020). Quitosano: una alternativa sustentable para el empaquetado de alimentos. *Revista Digital Universitaria*, 21(5), 2-6. doi:<https://tinyurl.com/4s7p5axx>
- Peredo , Palou y López . (2009). Aceites esenciales: métodos de extracción. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 3(1), 24-32. <https://tinyurl.com/26k3ud6v>
- Piedrahita , A. y Villegas , C. (2016). *Efecto de la aplicación de un cubrimiento comestible en la conservación de las características sensoriales y tiempo de almacenamiento de la mora de castilla (Rubus glaucusbenth) sin espinas postcosecha*. [Monografía de grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://tinyurl.com/y5fkdw75>
- Quintero , J., Falguera, V. y Muñoz , A. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista Tumbaga*, 93-108. <https://tinyurl.com/2ucetj5e>
- Ramirez , M., Rodriguez, A., L. A. y Peniche , C. (2010). La quitina y sus derivados, biopolímeros con potencialidades de aplicación agrícola. *Bioteología Aplicada*, 27(1), 262-269. <https://tinyurl.com/2p9dez6e>
- Ramos , M., Bautista , S., Barrera , L., Bosquez , E., Alia , I. y Estrada , M. (2010). Compuestos Antimicrobianos Adicionados en Recubrimientos Comestibles para Uso en Productos Hortofrutícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 28(1), 44-57. <https://tinyurl.com/y9pwb7uv>
- Reyes, F., Palou, E. y Lopez, A. (2012). Vapores de Aceites Esenciales: Alternativa de Antimicrobianos Naturales. *Temas Selectos de Ingeniería en Alimentos*, 6(1), 29-39. <https://tinyurl.com/2s367t4k>

- Rojas y Graü. (2007). Recubrimiento comestible de alginato en puré de manzana . *Revista de Biología y Tecnología*. 3(1), 24-35. <https://tinyurl.com/2ucftuff>
- Rosero , A., Espinoza Montero , P. y Fernández , L. (2020). Recubrimientos comestibles com materiales micro/nanoestructurados para la conservación de frutas y verduras: una revisión. *Infoanalítica*, 8(2), 149-178. doi: 10.26807/ia.vi.180
- Sacchetti, G. M. (2005). Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food chemistry*, 91(4), 621-632. <https://tinyurl.com/4a6amwe9>
- Sánchez , L., Vargas , M., Gonzáles , C., Cháfer , M. y Chiralt , A. (2008). *Incorporación de productos naturales en recubrimientos comestibles para la conservación de alimentos*. Congreso SEAE Bullas .
- Sánchez Miranda , L. (2013). *Determinación de compuestos funcionales en Canela (Cinnamomum zeylanicum)*. [Tesis de grado, Instituto Politécnico Nacional]. <https://tinyurl.com/msaudywf>
- Sharma , R., Singh , D. y Singh, R. (2009). Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review. *Biological Control*, 50(3), 205-221. doi: <https://tinyurl.com/2p8w5569>
- Sierra, E., Cruz, J. y Casaca , Á. (2005). *El cultivo de la mora*. SAG
- Silvia-Espinoza, B., Ortega-Ramirez, L., González- Aguilar, G., Olivas, I. y Zavala, A. (2013). Protección antifúngica y enriquecimiento antioxidante de fresa con aceite esencial de hoja de canela. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(3), 217-224. <https://tinyurl.com/4xu38j46>

- Singh, D. y Sharma, R. (2018). Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables and Their Management. In Postharvest Disinfection of Fruits and Vegetables. *Academic Press*, 1-52. doi: <https://tinyurl.com/2a5vjbbe>
- Tecnología , P. (14 de Julio de 2021). *Claves en el manejo postcosecha de las frutas y hortalizas*. ProainShop. <https://tinyurl.com/2fcwne8m>
- Tharanathan, R. N. y Kittur, F. S. (2003). Chitin—the undisputed biomolecule of great potential. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*,43(1), 61-87. doi:10.1080/10408690390826455
- USDA. (2017). *Rubus glaucus Benth. Andes Berry Classification*. In Plant Data. <https://tinyurl.com/jtpahsuj>
- Valdés, B. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(3), 52-57. <https://tinyurl.com/2p8uw4zn>
- Viteri, Vasquez, Viera, Sotomayor y Mejia. (27 de Junio de 2014). *El cultivo de la mora en el Ecuador*. INIAP. <https://tinyurl.com/mrx5m8k7>
- Wills , R., McGlasson , B., Graham , D. y Joyce , D. (1998). *Indroducción a la fisiología y manipulación postcosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales*. ACRIBIA.
- Ziani, K., Castro, M., Rivadeneira, C., Mantuano, I. y Santacruz, S. (2014). Aplicación de recubrimientos comestibles a base de quitosano y áloe vera sobre papaya (Carica papaya L. cv. "Maradol") cortada. *Rev. Ciencia e Ingeniería*, 23(2), 05-12. <https://tinyurl.com/zfa5vath>

ANEXOS

ANEXO 1: Preparación de muestras

Anexo 1-A: Lavado y selección de acuerdo a tamaño y peso promedio

Fuente: Autora



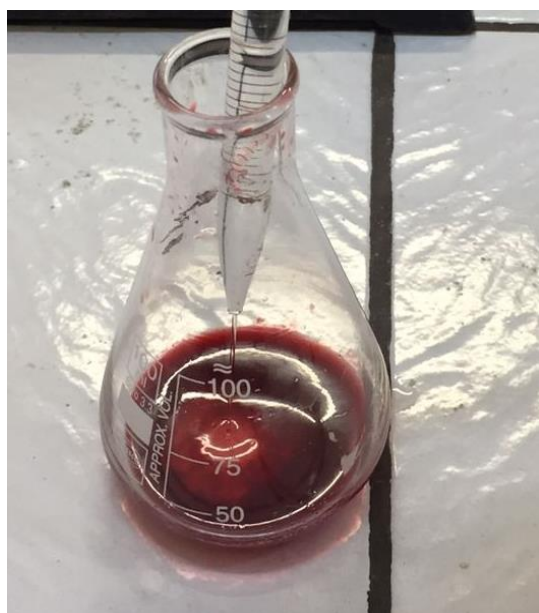
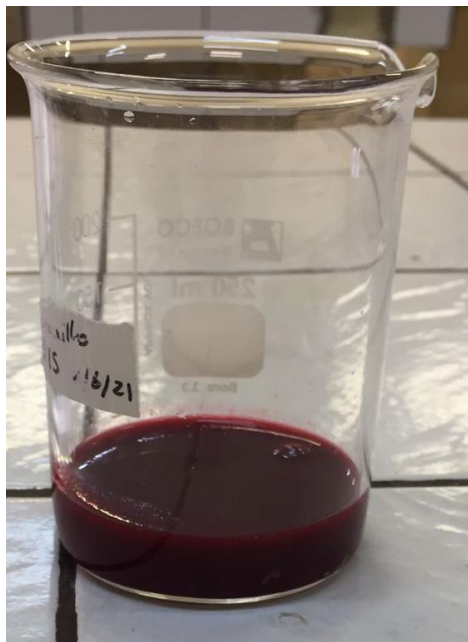
**Anexo 1-B: Desinfección de la muestra mediante lavados con hipoclorito de sodio y
secado**

Fuente: Autor



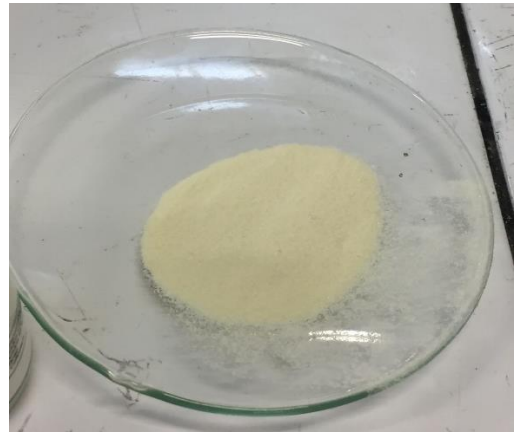
Anexo 1-C: Extracción de la pulpa, cálculo de acidez titulable

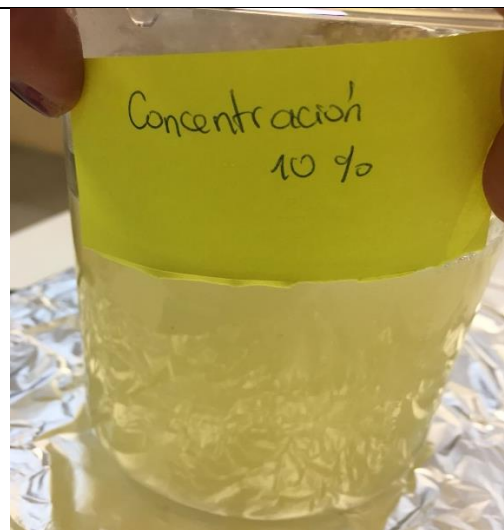
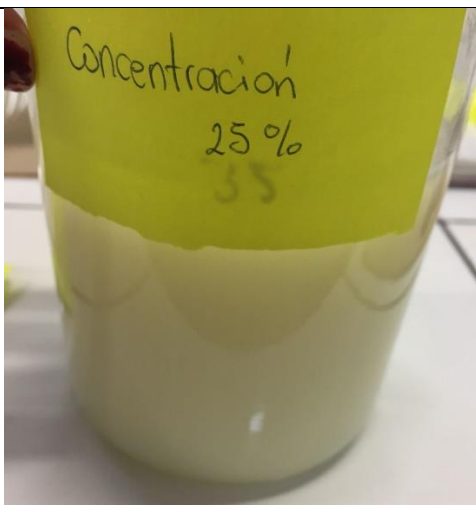
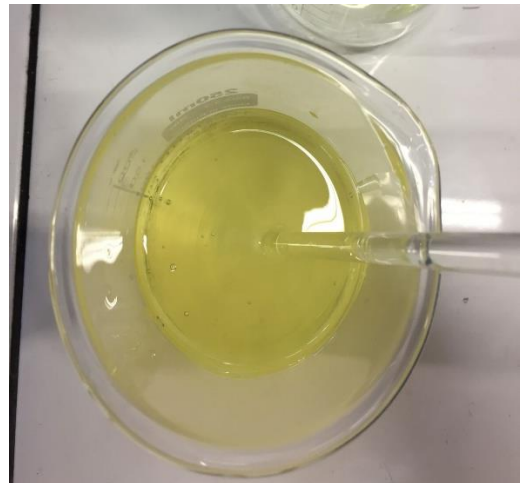
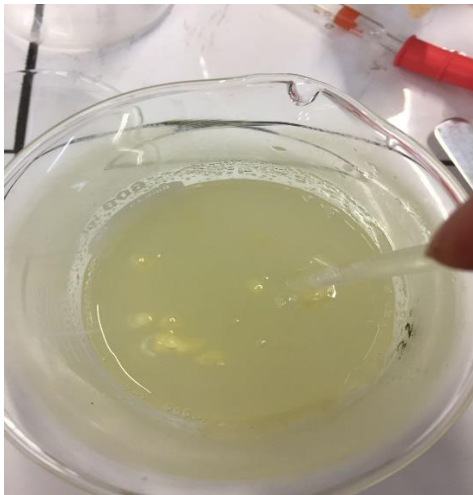
Fuente: Autor



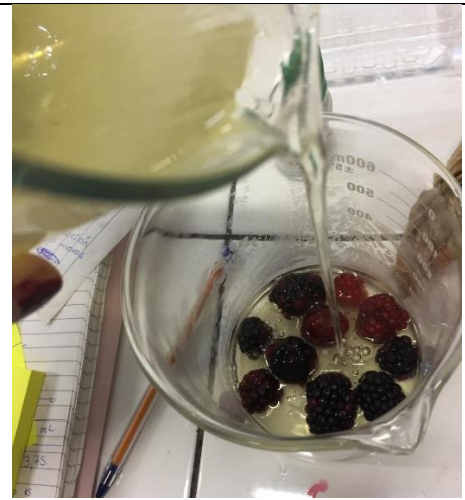
ANEXO 2: Preparación de el Recubrimiento comestible

Fuente: Autor





ANEXO 3: Aplicación y secado del Recubrimiento
Fuente: Autor



ANEXO 4: Almacenamiento y control por semanas
Fuente: Autor



Anexo 4-A: Control primera semana

Fuente: Autor



Anexo 4-B: Control segunda semana

Fuente: Autor



Anexo 4-C: Control tercera semana

Fuente: Autor



Anexo 4-D: Control cuarta semana

Fuente: Autor



Anexo 4-E: Control quinta semana

Fuente: Autor



Anexo 4-F: Control sexta semana

Fuente: Autor

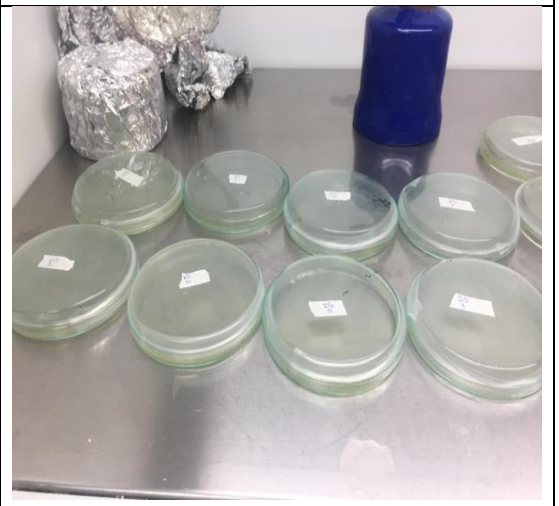
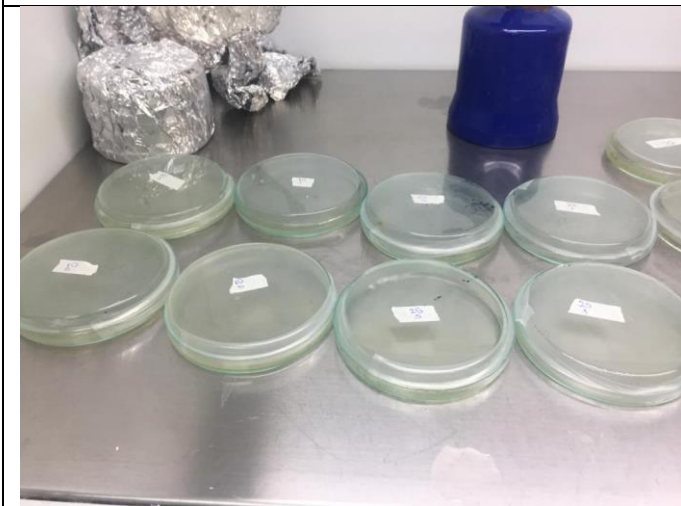
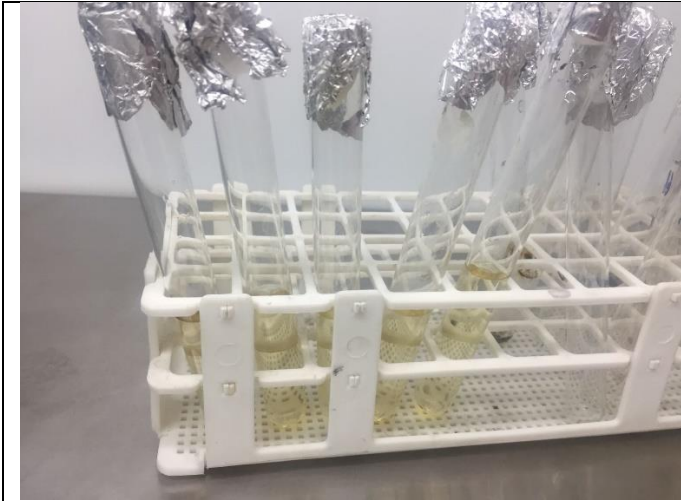


ANEXO 5: Análisis microbiológico

Anexo 5-A: Preparación de medios de cultivo, disoluciones y siembra en placa.

Fuente: Autor





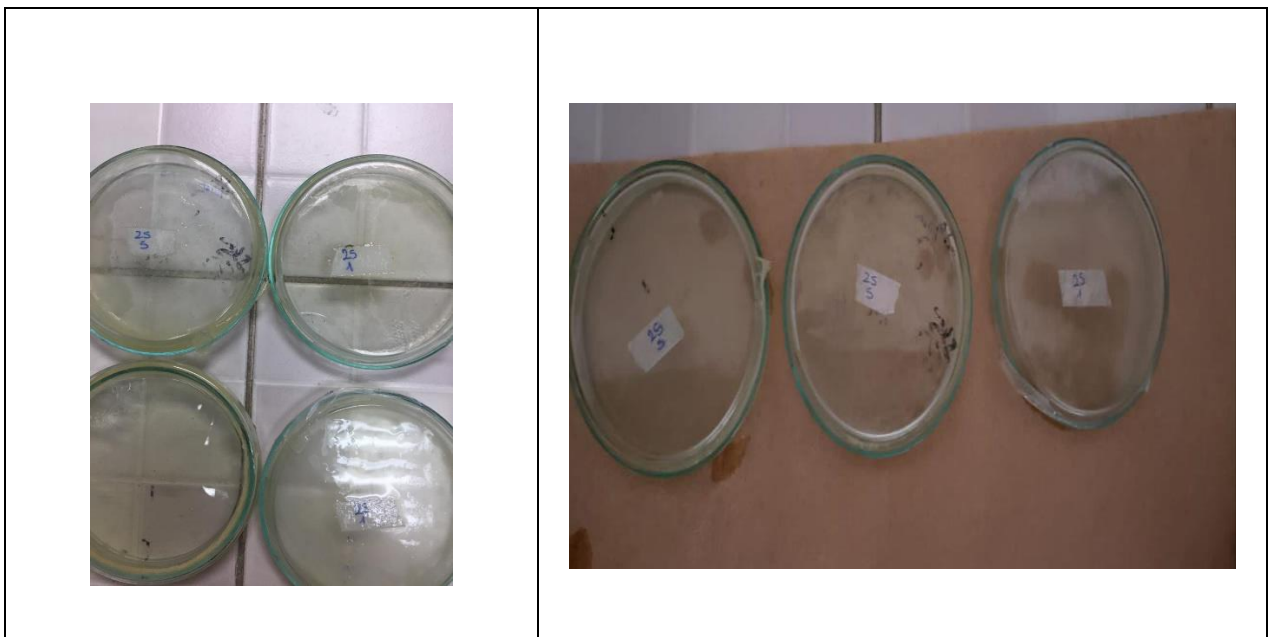
Anexo 5-A: Resultados sin desarrollo de hongos en las muestras (10%)

Fuente: Autor



Anexo 5-B: Resultados sin desarrollo de hongos en las muestras (25%)

Fuente: Autor



Anexo 5-C: Resultados con desarrollo de hongos en las muestras (Sin Recubrimiento)

Fuente: Autor

