

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Evaluación de recubrimientos naturales y fungicidas para el control postcosecha de mohos en mora (*Rubus laciniatus* var. *Brazos*) y Frutilla (*Fragaria x ananassa*).

Proyecto de Investigación

Ana Camila Chávez Rey

Ingeniería en Agroempresas

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de Ingeniera en Agroempresas

Quito, 19 de julio de 2019

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO CIENCIAS E INGENIERÍAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Evaluación de recubrimientos naturales y fungicidas para el control postcosecha de mohos en mora (*Rubus laciniatus* var. *Brazos*) y Frutilla (*Fragaria x ananassa*).

Ana Camila Chávez Rey

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico:

Antonio León, PhD.

Firma del profesor:

Quito, 19 de julio de 2019

DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Ana Camila Chávez Rey

Código: 00123497

Cédula de Identidad: 1724015241

Lugar y fecha: Quito, 19 de julio de 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todo el departamento que conforma el colegio de Agroempresas de la Universidad San Francisco de Quito, en especial a Antonio León por la paciencia, los conocimientos y la dirección para la realización de este trabajo. A Mario Caviedes por haberme ayudado en la evaluación estadística del presente estudio y por el continuo apoyo recibido a lo largo de la carrera. Finalmente agradezco a mi profesor Carlos Ruales por los conocimientos impartidos durante esta formación profesional.

Al equipo que conforma el Laboratorio de Biotecnología Agrícola, especialmente agradezco a Dario Ramirez, quien estuvo siempre dispuesto a contribuir con sus conocimientos para el desarrollo del tema.

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a mis padres, Juan Pablo y Ana Lucía quienes con su amor, paciencia y sacrificio me han permitido alcanzar a cumplir mis sueños y metas, gracias por los consejos, valores y principios inculcados y por enseñarme a llevar cada adversidad en compañía de Dios.

Finalmente, a mi hermana, Paula, por ser un gran apoyo y estar conmigo siempre.

RESUMEN

Actualmente existen grandes pérdidas en la postcosecha de mora (*Rubus laciniatus* var. Brazos) y frutilla (*Fragaria x ananassa*), debido a la fragilidad de la fruta que los hace susceptibles al daño por golpes, insectos y enfermedades. El presente estudio presenta una investigación para el control postcosecha de mohos en mora y frutilla usando recubrimientos naturales y fungicidas. Se realizó la identificación de mohos que se presentan en postcosecha, obteniendo como resultado la presencia de *Botrytis* sp. y *Rhizopus* sp. Según el color del pericarpio de las bayas se establecieron tres estados de madurez de la mora, para determinar el momento óptimo de cosecha; y se evaluaron características químicas (sólidos solubles y de acidez titulable). Se observó que hay una correlación entre el grado de madurez y el problema de mohos, contenido de sólidos solubles y porcentaje de acidez. Esta evaluación solo se realizó en mora, no en frutilla. Por otro lado, se evaluó el empleo de recubrimientos naturales y fungicidas con el objetivo de disminuir la severidad e incidencia de mohos presentes en postcosecha. Los materiales que se utilizaron como base para la elaboración de recubrimientos fueron: Aloe vera: 50%, quitosano: 10 g, y suero de leche: 20g, los cuales mostraron mayor efectividad en cuanto al control de mohos en ensayos preliminares. Una vez realizados los recubrimientos se incorporará un fungicida natural, un preservante alimenticio y un fungicida químico para determinar si los recubrimientos podían potenciar la acción de los fungicidas. 1. *Trichoderma* 2ml/L; 2. benzoato de sodio: 1g/L y 3. Tiabendazo 42,9%:1ml/L. De todas las evaluaciones realizadas únicamente el recubrimiento que tenía como base quitosano logró potenciar la efectividad de los tres fungicidas. Finalmente se determinó con que fungicida el quitosano presentaba un mejor control de mohos, en el caso de la mora no hubo diferencia significativa con respecto al control, mientras que en la frutilla todos los recubrimientos con fungicidas presentaron diferencias significativas con respecto al control. Se puede decir que en la mora una alternativa como recubrimiento es el quitosano (10g/L) con benzoato de sodio (1g/L) debido a que presentó menor severidad e incidencia de mohos, mientras que para la frutilla se puede realizar un recubrimiento con quitosano (10g/L) y benzoato de sodio (1g/L); quitosano (10g/L) con *Trichoderma* (2ml/L); o quitosano (10g/L) con Tiabendazol (1ml/L). Siendo el más efectivo el recubrimiento de quitosano con benzoato de sodio.

ABSTRACT

Currently there are large losses in the postharvest of blackberry (*Rubus laciniatus* var. Brazos) and strawberry (*Fragaria x ananassa*), due to the fragility of the fruit that makes them susceptible to damage by blows, insects and diseases. The present study presents an investigation for postharvest control of blackberry and strawberry molds using natural coatings and fungicides. The identification of molds that occur in postharvest was made, obtaining as a result the presence of *Botrytis* sp. and *Rhizopus* sp. According to the color of the pericarp of the berries, three stages of maturity were established, to determine the optimum moment of harvest; and chemical characteristics (soluble solids and titratable acidity) were evaluated. It was observed that there is a correlation between the degree of maturity and the problem of molds, content of soluble solids and percentage of acidity. This evaluation was made only in blackberry, not in strawberry. On the other hand, the use of natural coatings and fungicides was evaluated in order to reduce the severity and incidence of molds present in postharvest. The materials that were used as a base for the preparation of coatings were: Aloe vera: 50%, chitosan: 10 g, and whey: 20g, which showed greater effectiveness in controlling molds in preliminary trials. Once the coatings were made, a natural fungicide, a food preservative and a chemical fungicide were incorporated to determine if the coatings could enhance the action of the fungicides. 1. *Trichoderma* 2ml / L; 2. Sodium benzoate: 1 g / L and 3. Thiabendazo 42.9%: 1 ml / L. Of all the evaluations carried out, only the coating that was based on chitosan was able to enhance the effectiveness of the three fungicides. Finally, it was determined with which fungicide the chitosan presented a better control of molds, in the case of blackberry there was no significant difference with respect to the control, while in the strawberry all the coatings with fungicides showed significant differences with respect to the control. It can be said that for blackberry an alternative coating is chitosan (10g / L) with sodium benzoate (1g / L) because it presented lower severity and incidence of molds, while for strawberry it can be coated with chitosan (10 g / L) and sodium benzoate (1 g / L); chitosan (10g / L) with *Trichoderma* (2ml / L); or chitosan (10g / L) with Thiabendazole (1ml / L). The coating of chitosan with sodium benzoate is the most effective.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. Introducción.....	13
1.1. Antecedentes y Justificación	13
II. Objetivos.....	17
2.1. Objetivo General.....	17
2.2. Objetivos Específicos	17
2.3. Hipótesis.....	17
III. Marco Teórico.....	18
3.1. Cultivo de mora.....	18
3.1.1. Origen	18
3.1.2. <i>Rubus laciniatus</i>	18
3.1.3. Taxonomía	18
3.1.4. Morfología	19
3.1.5. Variedades	20
3.1.6. Requerimientos climáticos.....	21
3.1.7. Propagación	21
3.1.8. Técnicas de cultivo	21
3.1.9. Principales plagas	22
3.2. Principales enfermedades	23
3.2. Cultivo de frutilla.....	24
3.2.1. Origen	24
3.2.2. Taxonomía	24
3.2.3. Morfología.....	25
3.2.4. Variedades	26
3.2.5. Requerimientos climáticos:	27
3.2.6. Propagación	27
3.2.7. Técnicas de cultivo	27
3.2.8. Principales plagas	28
3.2.9. Principales enfermedades	29
3.3. Cosecha y postcosecha de mora y frutilla	31
3.3.1. Cosecha.....	31
3.3.2. Postcosecha.....	32
3.2.1. Principales problemas.....	34
3.4. Recubrimientos naturales	36
3.4.1. Componentes de recubrimientos naturales	37
3.4.2. Funciones de los recubrimientos naturales	38
3.4.3. Formación y aplicación del recubrimiento	39
3.5. Fungicidas.....	39
3.5.1. Fungicidas químicos	40
3.5.2. Preservantes alimenticios.....	41
3.5.3. Fungicidas naturales	42
IV. Materiales y Métodos.....	44
4.1. Identificación por microscopía de hongos presentes en postcosecha de mora y frutilla	44
4.2. Determinación de los índices de madurez en el fruto de mora	45

4.3.	Evaluación de severidad e incidencia de los índices de madurez en mora	45
4.4.	Preparación de los recubrimientos naturales.....	46
4.5.	Incorporación de fungicidas	47
4.6.	Diseño experimental:	48
V.	Resultados:	49
5.1.	Identificación de mohos.....	49
5.2.	Índices de madurez del fruto de mora	51
5.3.	Severidad e incidencia de los índices de madurez en el fruto de mora	53
5.4.	Evaluación de las dosis para la elaboración de recubrimientos	55
5.5.	Incorporación de fungicidas en mezcla con los recubrimientos naturales	59
5.6.	Evaluación recubrimiento de quitosano con fungicidas.....	71
VI.	Discusión	75
6.1.	Identificación de mohos:	75
6.2.	Puntos de madurez de la mora	75
6.3.	Evaluación de recubrimientos naturales	76
6.4.	Fungicidas.....	76
VII.	Conclusiones y Recomendaciones	78
7.1.	Conclusiones:.....	78
7.2.	Recomendaciones:.....	79
VIII.	Anexos	81
	Anexo 1: Escala visual para la severidad de frutilla y mora.....	81
	Anexo 2: Ensayos preliminares de recubrimientos en mora y frutilla.....	82
	Anexo 3: Dosis de recubrimientos y referencias	83
	Anexo 4: Compuestos utilizados para la elaboración de recubrimientos	83
	Anexo 5: Análisis estadístico de índices de madurez de la mora	86
	Anexo 6: Tablas de contingencia	87
IX.	Referencias	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Condiciones climáticas para el desarrollo de mora.....	21
Tabla 2: Condiciones climáticas para el desarrollo de frutilla	27
Tabla 3: Identificación de hongos presentes en postcosecha de mora y frutilla	50
Tabla 4: Índices de madurez de la mora	51
Tabla 5: Chi-cuadrado dosis mora.....	56
Tabla 6: Chi-cuadrado dosis frutilla	58
Tabla 7:ANOVA % de acidez.....	86
Tabla 8:Prueba de Tuckey del % de acidez.....	86
Tabla 9:ANOVA de los grados brix del día 1	86
Tabla 10:Prueba de Tukey de los grados brix del día 1	86
Tabla 11:ANOVA de los grados brix del día 5	86
Tabla 12:Prueba de Tukey de los grados brix del día 5	86
Tabla 13:Prueba de t pareada entre los grados brix del día 1 y día 5	87
Tabla 14:Tabla de contingencia índices de madurez de la mora.....	87
Tabla 15:Tabla de contingencia ensayo dosis 1 y 2 en mora	87
Tabla 16:Tabla de contingencia ensayo dosis 1 y 2 en frutilla	87
Tabla 17:Tabla de contingencia ensayo recubrimientos más Trichoderma en frutilla	87
Tabla 18:Tabla de contingencia ensayo recubrimientos más Trichoderma en mora.....	88
Tabla 19: Tabla de contingencia recubrimientos más benzoato de sodio en frutilla.....	88
Tabla 20:Tabla de contingencia recubrimientos más benzoato de sodio en mora	88
Tabla 21:Tabla de contingencia recubrimientos más Tiabendazol 42,9% en frutilla.....	88
Tabla 22:Tabla de contingencia recubrimientos más Tiabendazol 42,9% en mora	88
Tabla 23:Tabla de contingencia recubrimientos con quitosano más fungicidas en frutilla	89
Tabla 24:Tabla de contingencia recubrimientos con quitosano más fungicidas	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Severidad e incidencia de mohos por los índices de madurez de los frutos de mora. 5 días después de ser cosechados y colocados en una cámara húmeda. 1b. número de frutos afectados por cada grado de severidad y en la parte inferior el % de incidencia en cada índice de madurez. 1c. Análisis estadístico de Chi-cuadrado comparando cada punto de madurez.	54
Figura 2: Evaluación dosis de recubrimientos en mora. 2a. frutos del control y los seis tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 2b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. De izquierda a derecha: control, Aloe vera 50% (v/v), Aloe vera 75% (v/v), quitosano 2% (p/v), quitosano 10% (p/v), suero de leche 6% (p/v) y suero de leche 20% (p/v).	56
Figura 3: Evaluación dosis de recubrimientos en frutilla. 3a. frutos del control y los seis tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 3b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. De izquierda a derecha: control, Aloe vera 50% (v/v), Aloe vera 75% (v/v), quitosano 2% (p/v), quitosano 10% (p/v), suero de leche 6% (p/v) y suero de leche 20% (p/v).	58
Figura 4: Severidad e incidencia de recubrimientos con benzoato de sodio en mora. 4a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 2b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 2c. análisis de chi-cuadrado entre todos los tratamientos. De izquierda a derecha: control, benzoato de sodio 1g/l, Aloe vera 50% (v/v) más 1g de benzoato de sodio, quitosano 10% (p/v) más 1g de benzoato de sodio y suero de leche 20% (p/v) más 1g de benzoato de sodio.	60
Figura 5: Severidad e incidencia de recubrimientos con benzoato de sodio en frutilla. 5a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 5b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 5c. análisis de chi-cuadrado entre todos los tratamientos. De izquierda a derecha: control, benzoato de sodio 1g/l, Aloe vera 50% (v/v) más 1g de benzoato de sodio, quitosano 10% (p/v) más 1g de benzoato de sodio y suero de leche 20% (p/v) más 1g de benzoato de sodio.	62
Figura 6: Severidad e incidencia de recubrimientos con Mertect en mora. 6a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 6b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 6c. análisis de chi-cuadrado entre todos los tratamientos. De izquierda a derecha: control, tiabendazol 1ml/l, Aloe vera 50% (v/v) más 1ml de tiabendazol, quitosano 10% (p/v) más 1ml de tiabendazol y suero de leche 20% (p/v) más 1ml de tiabendazol. ...	64
Figura 7: Severidad e incidencia de recubrimientos con Mertect en frutilla. 7a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 7b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 7c. análisis de chi-cuadrado entre todos los tratamientos. De izquierda a derecha: control, tiabendazol 1ml/l, Aloe vera 50% (v/v) más 1ml de tiabendazol, quitosano 10% (p/v) más 1ml de tiabendazol y suero de leche 20% (p/v) más 1ml de tiabendazol. ...	66
Figura 8: Severidad e incidencia de recubrimientos con Trichoderma en mora. 8a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 8b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 8c. análisis de chi-cuadrado entre todos los tratamientos. De izquierda a derecha: control, Trichoderma 2ml/l, Aloe vera 50% (v/v) más 2ml de Trichoderma,	

quitosano 10% (p/v) más 2ml de Trichoderma y suero de leche 20% (p/v) más 2ml de Trichoderma.	68
Figura 9: Severidad e incidencia de recubrimientos con Trichoderma en frutilla. 9a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 9b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 9c. análisis de chi-cuadrado entre todos los tratamientos. De izquierda a derecha: control, Trichoderma 2ml/l, Aloe vera 50% (v/v) más 2ml de Trichoderma, quitosano 10% (p/v) más 2ml de Trichoderma y suero de leche 20% (p/v) más 2ml de Trichoderma.	70
Figura 10: Severidad e incidencia de tratamientos con quitosano más fungicidas. 10a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 10b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 10c. análisis de chi-cuadrado entre tratamientos. De izquierda a derecha: control, quitosano 10% (p/v) más 1g de benzoato de sodio, quitosano 10% (p/v) más 2ml de Trichoderma y quitosano 10% (p/v) más 1ml de tiabendazol.	72
Figura 11: Severidad e incidencia de recubrimientos con quitosano y fungicidas. 11a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 11b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 11c. análisis de chi-cuadrado entre tratamientos. De izquierda a derecha: control, quitosano 10% (p/v) más 1g de benzoato de sodio, quitosano 10% (p/v) más 2ml de Trichoderma y quitosano 10% (p/v) más 1ml de tiabendazol.	74

I. Introducción

1.1. Antecedentes y Justificación

La mora (*Rubus* sp.) es una fruta originaria de Europa, América y Asia. Las principales especies que se siembra en Ecuador son: *R. glaucus*, *R. laciniatus* var. *Brazos*. La mora de castilla o mora azul (*R. glaucus*) es originaria de las zonas altas tropicales de América y se encuentran principalmente en Colombia, Ecuador, Panamá, Guatemala, Honduras, México y El Salvador (Casaca, 2016). Mientras que la zarzamora (*R. laciniatus*) se desconoce su origen, algunos autores la consideran como derivada de *R. vulgaris* y otros de *R. nemoralis* (Wheihe, *et al.* 1993). Actualmente esta especie de mora es muy cultivada. Por lo general este cultivo requiere una altitud entre 1800 a 2400 msnm y una temperatura de 12 a 16°C (Delgado, 2012).

En el Ecuador la principal producción del cultivo de mora se encuentra en la provincia de Tungurahua, que abarca aproximadamente el 41% de la producción total de la fruta, con un rendimiento de 4.75 toneladas por hectárea. Le sigue la provincia de Bolívar con el 25%, Cotopaxi con el 19% y las provincias de Chimborazo, Pichincha e Imbabura con el 8%,5% y 2% respectivamente (INEC, 2010) Con respecto a la exportación de mora se estima que alrededor de 63 toneladas por año salen del país a destinos como España y Estados Unidos principalmente (Trade Map, 2018)

Por otro lado, la frutilla (*Fragaria* sp.) tienen un curioso origen. La frutilla que se conoce como *Fragaria x ananassa*, es un híbrido generado por *Fragaria chiloensis* de origen chileno y *virginiana* del Este de Norteamérica, convirtiéndose la variedad más cultivada debido a su adaptación y morfología (Cámara de Agricultura, 2018). La altitud que requiere para el cultivo de frutilla comprende alturas entre los 1200 a 2500 msnm, con temperaturas que van desde los 15 hasta los 20°C (Quispe, 2013).

Los principales países productores de frutilla son: China, Estados Unidos, México, Egipto y Turquía (FAO, 2017). En el Ecuador el cultivo de frutilla ha empezado a expandirse debido a las condiciones climáticas favorables que hay para el crecimiento de este cultivo. Las provincias con mayor área de cultivo son Pichincha que abarca aproximadamente el 58% de la producción, Tungurahua con el 35% y Azuay, Imbabura y Chimborazo en menor cantidad con el 7% (Agro, 2012). Según la revista Agronegocios (2013) el cultivo de frutilla tiene su mayor producción en la provincia de Pichincha en los valles de Yaruqui, Pifo, Tababela, Checa y El Quinche principalmente. Pese a que los datos estadísticos son escasos se estima que esta zona produce alrededor de 5 mil a 6 mil cajas diarias de frutilla, de lo cual el 60% es para consumo nacional y el 40% para exportación (Masapanta, 2014).

Ambos cultivos tanto el de mora como el de frutilla tienen una gran aceptación comercial, pero al momento de ser cosechados, empacados y transportados se generan grandes pérdidas. Ambos cultivos requieren de mucha manipulación y cuidado y la selección al momento de cosechar debe ser en el punto óptimo de madurez, ya que, en la mayoría de las fincas, son directamente empacadas. Esta sensibilidad que poseen los frutos a daños físicos y podredumbres se acentúan en altas temperaturas y cuando se rompe la cadena de frío desde el galpón de empaque hasta el consumidor. Estudios realizados en Nueva York y Chicago, en Estados Unidos, manifestaron que durante la postcosecha de la frutilla y de la mora se pueden llegar a producir pérdidas entre el 29 y 42% por daños mecánicos y podredumbres causadas por hongos (Kader, 1991). Siendo las enfermedades por mohos la principal causa de pérdidas postcosecha, ya que en estos frutos no se aplican ningún tipo de fungicida.

Estos cultivos de la familia rosácea se ven afectados en el rendimiento debido a la incidencia de plagas y enfermedades que les atacan, limitando el rendimiento y afectando

la calidad de la fruta. En el caso de la mora esta se ve afectada por: *Botrytis*, *Roya*, *Oidium*, *Peronospora*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Rosellinia*, pero siendo los principales en postcosecha *Botrytis*, *Rhizopus* y *Colletotrichum* (Martinez, 2007). Mientras que en el caso de la frutilla se presentan hongos pertenecientes a diez géneros: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Mucor*, *Penicillium* y *Rhizopus*, destacando *Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifer* como los más abundantes en postcosecha (Fraire, 2003)

Dentro de todos los mohos que afectan estos dos cultivos tanto *B. cinerea* como *Rhizopus* sp. son los que generan más daño y pérdida para ambos cultivos. *B. cinerea* también conocido como “podredumbre gris” o “moho gris” se puede presentar en cualquier parte de la planta: hojas, tallos, frutos, etc. y por lo general empieza como una mancha de color marrón ligero. Conforme la enfermedad avanza se puede observar en yemas y brotes, causando lesiones café-rojizas en los bordes de la hoja. El período realmente crítico de esta enfermedad es en la floración y en la cosecha cuando el hongo ataca el fruto tornándose de color café y generando una pudrición gris aterciopelada de conidios del hongo (Baraona, 1992). Por otro lado, *Rhizopus* es un género de mohos que genera ablandamiento del fruto y exudado rojizo. Normalmente la fruta afectada por este hongo es cubierta por filamentos blancos y negros del patógeno. *R. stolonifer* es considerado uno de los principales fitopatógenos que provocan enfermedades en postcosecha (Baggio, 2016). Este hongo provoca que la vida útil de la frutilla o de la mora sea muy breve debido al ablandamiento que se produce.

La exigencia del mercado en cuanto a la calidad de estos frutos demanda que no haya incidencia de estos mohos y que la fruta tenga mayor durabilidad. Por lo tanto, al trabajar con frutos que son tan delicados y sensibles tanto a daños mecánicos como enfermedades se debe buscar una solución en la que todo el trabajo, tiempo y dinero

invertido al momento de cosechar y de mantener el cultivo no se vea afectado por las pérdidas económicas obtenidas en la postcosecha. Ya que el daño por mohos es la principal causa que afectan a estos cultivos es importante encontrar nuevos métodos de control para estos patógenos. Se ha demostrado que la aplicación de recubrimientos naturales en diferentes frutas y hortalizas puede ser una gran herramienta para el control de patógenos ocasionados en postcosecha (Pérez, 2015).

Los recubrimientos son productos comestibles que envuelven el fruto, creando una barrera semipermeable a O₂, CO₂ y vapor de agua. Se caracterizan por mejorar las propiedades mecánicas ayudando a mantener la integridad estructural del producto, reteniendo también compuestos volátiles y adicionando aditivos alimentarios como agentes antimicrobianos, antioxidantes, entre otros (Vásquez, 2013). Estos compuestos pueden estar formados por: carbohidratos, proteínas, lípidos o una mezcla de los tres. La idea de utilizar estos recubrimientos es generar una atmosfera modificada en el interior del fruto la cual reduce la velocidad de respiración, retrasando el proceso de senescencia del fruto (Wilson, 1997). Por lo tanto, los recubrimientos naturales serían una gran opción para controlar los principales mohos que afectan a diferentes frutales, mejorando sus propiedades y alargando su vida útil.

Dentro de los últimos avances que se han realizado de recubrimientos existen varias opciones interesantes de recubrimientos con actividad antimicrobiana como el Quitosano y Aloe Vera (Vásquez, *et al.* 2013); recubrimientos con aditivos alimentarios con actividad microbiana como ácidos orgánicos, sales minerales, parabenos, etc.; recubrimientos con aceites esenciales y extractos naturales; recubrimientos con agentes de control biológico; recubrimientos con nano partículas; entre otros (Pérez, 2015). A través de estas cubiertas se puede disminuir el porcentaje de pérdida que se presenta en postcosecha y disminuir el

uso de químicos para el control de estos mohos el cual afecta no solo el medio ambiente sino también al consumidor y al productor.

II. Objetivos

2.1. Objetivo General

Evaluar diferentes recubrimientos naturales y fungicidas para el control postcosecha de *mohos* en mora (*Rubus glaucus*) y frutilla (*Fragaria x ananassa*).

2.2. Objetivos Específicos

1. Identificar por análisis de microscopia los mohos que se encuentran presentes en el almacenamiento postcosecha de la mora y la frutilla.
2. Establecer los puntos de madurez en postcosecha de la mora mediante tres indicadores: color, sólidos solubles y acidez titulable y posteriormente evaluar si los puntos de madurez influyen en la severidad e incidencia de mohos en postcosecha.
3. Seleccionar recubrimientos y sus dosis los cuales reduzcan incidencia y severidad de mohos.
4. Evaluar si los recubrimientos potencian la efectividad de tres fungicidas en el control de mohos en la postcosecha de mora y frutilla.

2.3. Hipótesis

La aplicación de recubrimientos reduce la incidencia y severidad de mohos presentes en la postcosecha de mora y frutilla.

III. Marco Teórico

3.1. Cultivo de mora

3.1.1. Origen

La mora (*Rubus* spp.) pertenece a la familia de las Rosáceas, formada aproximadamente por 700 especies agrupadas en 12 subgéneros (Galarza, *et al.*, 2016). Son plantas silvestres originarias principalmente de Centro y Sur América, Europa y Asia. La mora de castilla (*Rubus glaucus*) y la mora variedad Brazos (*Rubus laciniatus*) son las más cultivadas en el país. En el Ecuador se estima un área cultivada de mora de 5247 ha con una producción anual de 5000 kg/ha (INIAP 2016). La producción de este cultivo se encuentra principalmente en las provincias de Tungurahua y Bolívar y en menor escala en Imbabura, Cotopaxi, Pichincha, Carchi y Chimborazo (Martínez *et al.*, 2007)

3.1.2. *Rubus laciniatus*

La variedad brazos de la especie *R. laciniatus*, se desarrolló en la Universidad de Texas A&M y se caracteriza por ser una variedad de buena calidad, con racios grandes, firmes y con un sabor dulce (Whealy, 2001). Es una de las principales variedades que se utilizan en el país debido a la resistencia a enfermedades. Se estima que 31% de los productores utilizan variedad brazos en sus cultivos y 69% mora de castilla (Calero, 2010).

3.1.3. Taxonomía

- Reino: Plantae
- Orden: Rosales
- Familia: Rosaceae
- Subfamilia: Rosoideae
- Género: *Rubus*

- Especie: *R. laciniatus*
- Nombre científico: *Rubus laciniatus*
- Nombre común: Mora variedad Brazos

(Escobar, 2011)

3.1.4. Morfología

- **Raíces:** Posee raíces racimosas, filiformes, nudosas y poco profundas. Son raíces superficiales que crecen horizontalmente, sirven de anclaje para la planta y contienen varias lletas que favorecen la reproducción de la planta. (Delgado. 2012).
- **Tallo:** Está constituido por una serie de tallos que emergen de la corona y dan lugar a un crecimiento semi-arbustivo por lo que se requiere de tutores para un crecimiento organizado. Por lo general son tallos leñosos cubiertos por espinas, sin embargo, existen variedades que ya no poseen esta característica (Galarza, *et al.* 2016)
- **Hojas:** Tiene hojas alternas con tres folíolos de bordes aserrados, por lo general son de color verde en la parte superior y blancas en la parte inferior. El envés de las hojas tiene espinas en las nervaduras al igual que el peciolo que es blanco, cilíndrico y cubierto con espinas (Franco, *et al.* s.f.)
- **Flores:** Las flores son compuestas, hermafroditas y actinomorfas, se disponen en racimos en el punto de las ramas y tienen 5 sépalos, 5 pétalos, 1 ovario y 1 pistilo largo. Pueden ser blancas o rosadas (Cárdenas, 2013).
- **Fruto:** Posee frutos de forma esférica, ovoide o elipsoidal. Pueden ser grandes, medianos y pequeños. Cada fruto contiene alrededor de 100 semillas y por inflorescencia se puede obtener de 15 a 25 frutos. Tienen un color que va de rojo a púrpura e incluso negro cuando están muy maduros (Galarza, *et al.* 2016)

(Delgado, 2012, Magdat, *et al.* 2013 y Palaguachi, 2011)

3.1.5. Variedades

Hay alrededor de 300 especies de relativa importancia a nivel comercial en diversos países y diversas variedades que se utilizan por lo general en las zonas altas de Sudamérica. Dentro de las más recomendadas están:

- **Castilla:** su fruto tiene una tonalidad oscura, es una especie con una productividad constante, pero tiene dificultad para adaptarse a todo tipo de clima. Tiene gran aceptación por los consumidores y productores debido a su alta duración. Posee tallos redondos, espinas, y hojas de color verde con un borde aserrado (Magdal, *et al.* 2013).
- **Brazos:** Es una planta vigorosa, erecta con altos rendimientos durante un largo periodo. El fruto se caracteriza por ser grande, firme y de excelente calidad. Esta variedad es la de mayor demanda en el mercado internacional (Delgado 2012).
- **Rosbrough:** Es una planta que se adapta a diferentes condiciones climáticas y suelos. Su fruto es grande firme y dulce con semillas más pequeñas en comparación con la variedad Brazos (Magdal, *et al.* 2013).
- **Bryson:** Tiene un crecimiento moderado y erecto. Su fruto es firme, dulce y con semillas pequeñas (Delgado, 2012).
- **Womack:** Tiene un crecimiento moderado con frutos firmes, dulces y semillas pequeñas (Magdal, *et al.* 2013).
- **Gato:** El receptáculo interno de los frutos se caracteriza por ser hueco. Los frutos son de tamaño pequeño y su coloración es morada (Palaguachi, 2011)

3.1.6. Requerimientos climáticos

Tabla 1: Condiciones climáticas para el desarrollo de mora

Condiciones Climáticas	
Altura:	1.500-2.800 m.s.n.m
Temperatura:	10 - 18°C
Precipitación	1500-2500 mm/ha
Humedad Relativa:	70-80%
Suelo:	Franco rico en N, P, K y materia orgánica
pH:	5,6

Fuente: (Castro, 2005)

3.1.7. Propagación

La propagación de la planta se puede realizar a través de acodos, por raíz o cepa, por propagación in vitro, por estaca o por manera sexual por medio de la semilla. Para realizar una buena propagación se debe seleccionar plantas sanas, limpias de enfermedades y plagas, que contengan alta productividad y que sean vigorosas. Usualmente se escoge un método de propagación asexual ya que se demoran menos tiempo en desarrollarse y el material a propagar es más fácil de obtener que a través del método sexual (Escobar, 2011).

3.1.8. Técnicas de cultivo

- **Preparación del Terreno:** Todas las labores que se realizan previas a la siembra del cultivo dependen de las condiciones del terreno, por lo general se realiza un arado y dos rastradas, esto con el fin de nivelar el suelo. Además, se pueden realizar canales para el drenaje y el riego ya que es un cultivo que depende mucho de cómo es la calidad y la cantidad de agua que se le suministre (Escobar, 2011). Se recomienda realizar un análisis de suelos que determinen el pH, el contenido de materia orgánica y las sales que contienen para ver si es necesario o no la aplicación de un fertilizante comercial. Para el trasplante de las plántulas se realizan hoyos de 40 cm de ancho

por 40 cm de profundidad, que usualmente se aplica materia orgánica y cal, si el suelo es pobre (SIPSA, 2013).

- **Siembra:** Usualmente las plantas son colocadas en surcos a ambos lados a una distancia de 1.2 a 1.5 m entre plantas y a 1.7 a 2.0 m entre surcos. Esta distancia incrementa si se va a utilizar maquinaria agrícola. Requieren de abundante agua por lo que usualmente se siembran en época de lluvias (Escobar, 2011).
- **Fertilización:** la etapa de fertilización en el cultivo de mora se realiza cada cuatro meses con el fin de proveer a la planta nutrientes. Al inicio del ciclo de cultivo se aplica nitrógenos y fósforo para que haya una buena formación de hojas, ramas y raíces; y al octavo mes se coloca potasio adicional a estos dos elementos. La implementación de microelementos usualmente se realiza a través de aspersiones foliares. Por último, es importante el abonamiento en el cultivo para esto se utilizan aproximadamente de 1.3 a 2.2 kg. por planta distribuidos en la corona y aplicados durante el desarrollo del follaje. Una vez aplicado el abono se recomienda repetir el procedimiento cada año (SIPSA, 2013).

3.1.9. Principales plagas

- **Barrenador del tallo (*Epialus* sp.):** La larva de este insecto por lo general seca el follaje desde la punta hasta la base de la rama, ocasionando la muerte de la misma.
- **Mosca de la fruta (*Anastrepha* sp.):** La larva de la mosca daña los frutos. Una vez que estos se empiezan alimentar del fruto ese se destruye y se cae.
- **Araña roja (*Tetranychus* sp.):** Las ninfas y los adultos de este ácaro se alimentan de la sabia de la hoja, defoliándola y causando la muerte de la planta.
- **Áfidos y pulgones (*Aphis* sp. y *Myzus* sp.):** Al igual que los ácaros, las ninfas y los adultos de esta plaga se alimentan de la savia de las hojas, en especial de las

más tierna. Esta plaga también genera la transmisión de virus por lo que se debe controlar a tiempo.

- **Perla de la tierra (*Margarodes sp.*):** Las ninfas y los adultos de esta plaga destruyen la raíz de la planta y generan nudosidades lo que produce clorosis y evita el desarrollo radicular.
- **Barrenador de cuello (*Zascelis sp.*):** La larva de esta plaga crea agujeros en la unión del tallo y la raíz, esto ocasiona que la planta no se desarrolle y deje de crecer.
- **Trips (*Frankiniella sp.*):** Este insecto genera daños en las flores de la planta, provoca la caída de pétalos y ocasiona el aborto de flores y deformaciones del fruto.
- **Gusano Santamaría (*Antarctia sp.*):** Estos gusanos se alimentan de las hojas de la planta por lo general del borde hacia adentro, ocasionando defoliación.

(Cassanello, 2009, Castro, 2005 y Montalvo, 2010)

3.2. Principales enfermedades

- **Botritis (*Botrytis cinerea*):** Este hongo necrosa los frutos inmaduros, genera quemaduras en las inflorescencias y pudrición en los frutos.
- **Roya (*Manicia sp.*):** Se presentan manchas moradas en el haz de la hoja y pústulas anaranjadas.
- **Mildeo Polvoso (*Oidium sp.*):** Este hongo produce zonas cloróticas amarillas en el haz de la hoja además de deformidades en el fruto.
- **Mildeo Velloso (*Peronospora sp.*):** Se puede detectar por tallos cuarteados, hojas con ampollas blanquecinas y frutos deformados.

- **Marchitez (*Verticillium alboatrum*):** Empieza con el amarillamiento de las hojas y después la planta ya presenta un estado de marchitez, tallos con manchas negras y raíces dañadas, evitando que la planta siga creciendo.
- **Antracnosis (*Colletotrichum sp.*):** Genera una muerte progresiva de la planta, se presentan manchas de color negro en el tallo y en las hojas se ven unas manchas pardas con un aro púrpura
- **Agallas de la corona (*Agrobacterium tumefaciens*):** La presencia de este hongo genera agallas y tumores en los tallos cerca del cuello.

(Cassanello, 2009, Castro, 2005 y Montalvo, 2010)

3.2. Cultivo de frutilla

3.2.1. Origen

La frutilla (*Fragaria x ananassa*) pertenece a la familia de las Rosáceas, que agrupa 3000 especies de 107 géneros diferentes, es producto del cruzamiento entre *Fragaria chiloensis*, procedente de Concepción (Chile), y *Fragaria virginata*, procedente del Norte de América. Se considera una planta herbácea - perenne, aunque su potencial productivo llega a los 2 años en el Ecuador (Sepúlveda, *et al.* 2015).

3.2.2. Taxonomía

- Reino: Plantae
- Orden: Rosales
- Familia: Rosaceae
- Subfamilia: Rosoideae
- Género: *Fragaria*
- Nombre científico: *Fragaria x ananassa*

- Nombre común: Frutilla, fresa

(Bonet, 2010)

3.2.3. Morfología

- **Raíces:** Posee un sistema radicular fasciculado, compuesto por raíces que presentan un cambium vascular suberoso, y raicillas que se desarrollan principalmente en los primeros 25 centímetros de suelo. Las primeras hacen el papel de soporte y las secundarias absorben nutrientes y almacenan materiales de reserva (Cumbe, *et al.* 2010).
- **Tallo:** Está constituido por tallos cortos conocidos como “coronas”, que contiene varias escamas foliares. De esta corona nacen algunos tallos rastreros, conocidos como estolones, que a su vez producen raíces adventicias (Boneta, 2010).
- **Hojas:** Contienen tres folíolos de bordes aserrados y la parte inferior de la hoja es pubescente. Estas hojas están sostenidas por un peciolo largo que se inserta en la corona formando el tallo de la planta que genera hojas, flores y estolones (Miserendino, 2012).
- **Flores:** Las flores son blancas con cinco pétalos y de 20 a 35 estambres y cientos de pistilos. Pueden ser formadas a partir de una yema terminal, conocidas como inflorescencias primarias, o de la corona o de las axilas de las hojas, conocidas como inflorescencias secundarias (Quishpe, 2012).
- **Fruto:** Cada óvulo fecundado forma un fruto poliaquenio o “eterios: que contienen los verdaderos frutos (aquenios) en su superficie. Estos frutos son ovoides, jugosos, dulces y muy aromáticos (Bonet, 2010).

3.2.4. Variedades

En el mundo hay más de 1.000 variedades de fresa por la alta capacidad de hibridación de la especie. Estas variedades se pueden clasificar según el tipo de respuesta a la longitud del día y a la temperatura (Cumbre, *et al.* 2010). Se distinguen desde el punto de vista agronómico tres tipos: Refloreciente o de día largo, no refloreciente o de día corto y remontante o de día neutro. Las primeras florecen en día corto sólo una vez al año, las segundas son variedades de floración en día largo, capaces de florecer más de una vez y las últimas no requieren de una temperatura óptima para su desarrollo (Villagrán, *et al.* s.f.). A continuación, se muestran las variedades de fresa más cultivadas:

- **Albión:** Variedad de día neutro. Posee un buen tamaño de fruto, es rústica, de hojas gruesas y de color rojo fuerte. Es una variedad con buena producción y resistente al manipuleo y al ataque de hongos.
- **Monterrey:** Variedad día neutro. Posee frutos de color rojo, son frutos firmes con buena vida en postcosecha. Tiene una abundante floración y un rápido crecimiento vegetativo.
- **Oso Grande:** Variedad de día corto. Se caracteriza por tener buena resistencia, sus frutos son rojo anaranjado, con calibre grueso y de buen sabor. Se adapta a diferentes climas, es una planta vigorosa, con frutos grandes fáciles de recolectar, son de buen sabor y calidad.
- **Diamante:** Variedad de día neutro. Posee un fruto de excelente calidad, sabor y tamaño. Presenta una buena resistencia a la manipulación en poscosecha.
- **Carisma:** Es una variedad vigorosa y rústica, que se adapta a cualquier tío de suelo y clima. Es muy productiva y sus frutos son de forma cónica, grandes y de color rojo suave.

(Cumbe, *et al.* 2010, Infoagro, s.f., Villagrán, *et al.* 2012)

3.2.5. Requerimientos climáticos:

Tabla 2: Condiciones climáticas para el desarrollo de frutilla

Condiciones Climáticas	
Altura:	1.200-2500 m.s.n.m
Temperatura:	15-20°C
Precipitación	400-600 mm/ha
Humedad Relativa:	60-75%
Suelo:	Arenoso-franco arenoso, rico en materia orgánica
pH:	6,5

Fuente:(Cumbe, *et al.* 2010), (Quishpe, 2013)

3.2.6. Propagación

Las plantas se pueden propagar a través de tres formas: por semillas, por estolones y por hijuelos. La primera se distingue por ser una propagación muy larga que solo se realiza para la obtención y mejora de variedades, la segunda es la manera más eficiente de propagación ya que de la planta madre brotan un gran número de estolones de los cuales se pueden obtener varias plantas y la última es un método que no proporciona muchas plantas pero que resulta más eficiente en comparación con la propagación por semillas (Cumbre, *et al.* 2010).

3.2.7. Técnicas de cultivo

- **Preparación del terreno:** Lo principal que se realiza es una labor profunda del suelo para eliminar malas hierbas y evitar terrones con plagas. Este cultivo requiere una gran cantidad de materia orgánica por lo que se recomienda colocar 2kk/m² de turba en la capa superficial del suelo. Se puede aplicar para completar esta limpieza un desinfectante que elimine por completo cualquier agente negativo. Ya preparado el terreno se levantan camas con forma de pirámide que serán cubiertas con un

acolchado para obtener frutos limpios y evitar el ataque de hormigas en el fruto. Seguido al levantamiento de camas se coloca un sistema de riego que puede ser por goteo (Cumbre *et al.* 2010).

- **Siembra:** Las dimensiones de siembra que se recomiendan a doble hilera son: 40 cm entre hilera y 30 cm entre plantas. Es importante que los plantines que se utilicen sean de calidad, uniformes y con una corona mayor a 10mm.
- **Fertilización:** La fertilización se realiza de acuerdo a cada etapa fenológica del cultivo que son: transplante, primera floración, inicio de cosecha, cosecha y fin de cosecha, además de las condiciones del suelo y del agua (Miserendino, 2012). Siendo los macroelementos N, P, K los más importantes debido a que ingresan a la planta en mayores cantidades. Para un buen programa de fertilización se debe evaluar los aportes de estos elementos dentro del cultivo y observar la deficiencia que existe de cada uno.

3.2.8. Principales plagas

Plagas de la Raíz

- **Gusano de la frutilla (*Otiorhynchus rugosos triatus*):** La larva de este insecto se alimenta de los márgenes de la hoja y en ciertas épocas del año también se alimenta de raíces secundarias provocando que la planta se debilite.
- **Gusanos cortadores (*Agrotis spp.*):** Las larvas de este insecto dañan y cortan las plantas a nivel del cuello, al ras del suelo. Además, se alimentan de la savia de la planta.

Plagas del Follaje

- **Pulgón de la frutilla (*Chaetosiphon fragaefolli*):** Las ninfas y los adultos se alimentan de la planta succionando su savia. Las colonias de esta plaga se pueden observar en los brotes tiernos de las hojas.

- **Araña Roja (*Tetranychus urticae*):** Aparece cuando hay temperaturas altas y el ambiente está seco. Los síntomas son puntos de color amarillo en el haz de la hoja que con el tiempo se tornan color marrón y generan que las hojas se dessequen y caigan. Una característica de esta plaga es la formación de telarañas en las hojas afectadas.
- **Tarsonemidos (*Steneotarsonemun pallidus*):** Las hembras adultas de este insecto se encuentra en los brotes más jóvenes de la planta y hace que pierdan su vigor o se estresen, una alta población de estas arañas puede ocasionar la muerte de la planta. Generalmente se deforman y el follaje se torna morado.

Plagas de Flores y Frutos

- **Trips (*Frankliniella occidentalis*):** Los principales síntomas de esta plaga son pequeñas lesiones sobre la base de la flor, generando una necrosis en los estambres que generan el aborto de flores. En el fruto se puede observar manchas de color pardo a inicio de su desarrollo.

(Giménez, *et al.* 2003, Infoagro, 2016, Tustón, 2012)

3.2.9. Principales enfermedades

- **Pudrición café de la raíz (*Fusarium sp.*):** Esta enfermedad destruye las raíces absorbentes, así como el deterioro, pudrición y ennegrecimiento del sistema radicular. Si no se controla a tiempo puede terminar matando a la planta.
- **Pudrición roja de la raíz (*Phytophthora sp.*):** Los síntomas de esta enfermedad presentan turgencia en las hojas y en la panta en general, la planta se marchita rápidamente y se descompone el sistema radicular, por lo general se ven unos puntos rojizos en toda la parte central del tallo.

- **Marchitez de a raíz (*Verticillium sp.*):** Esta enfermedad empieza con el marchitamiento y termina con la muerte de la planta. Por lo general las hojas externas presentan zonas marrones en los bordes y las hojas internas y nuevas se mantienen con un color verde turgente.
- **Antracnosis (*Colletotrichum sp.*):** El síntoma que más distingue a esta enfermedad es la marchitez, también se observan manchas de color pardo-negro en los tallos y estolones. En el fruto se puede observar cubiertas de esporas rosadas o anaranjadas.
- **Mancha púrpura de las hojas (*Ramularia tulasnea*):** Por lo general se observan manchas de color rojo en el haz de las hojas y una vez avanzada la enfermedad se tornan grises con un halo rojizo.
- **Moho gris (*Botrytis cinerea*):** Aparecen daños en diferentes partes de la planta. Crea manchas de color pardo que se extienden rápidamente. Esta presente cuando la humedad relativa es alta y la temperatura oscila entre los 15-20°C.
- **Oidio (*Sphaerotheca macular*):** Una característica de esta enfermedad es el polvo blanco en el envés de la hoja, seguido por manchas púrpuras. Se presenta en condiciones con alta humedad.
- **Secamiento de raíz, corona y hojas:** Es causada por parásitos que desecan la planta. Dentro de estos parásitos también se encuentran presentes diferentes hongos por lo general del suelo como: *Fusarium sp.*, *Phytophthora sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Rhizopus sp.*, *Pythium sp.*, *Cladosporium sp.*, *Alternaria sp.* y *Penicillium sp.* que se asocian en muchos casos a nematodos que terminan matando la planta.

(Giménez, *et al.* 2003, Infoagro, 2017, Tustón, 2012)

3.3. Cosecha y postcosecha de mora y frutilla

3.3.1. Cosecha

La cosecha de los frutos de la mora y la frutilla se realiza de manera manual, en el caso de la frutilla se cosecha a partir de los seis meses y en el caso de la mora a partir de los 8 meses después de la siembra. Ambos frutos no son climatéricos, lo que indica que no presentan maduración extensiva después de ser cosechados. Estos frutos no sufren ningún cambio que contribuya a su madurez y mantienen niveles bajos de respiración y de producción de etileno (Hernández, *et al.* 2012). La cosecha de estos frutos en un estado temprano o antes de tiempo ocasiona que no tengan un sabor apropiado e incluso que no maduren adecuadamente. Por el contrario, si la cosecha se realiza muy tarde, se obtendrá frutos fibrosos o sobre maduros, con una vida en percha corta. Por esta razón es importante establecer los índices de madurez más prácticos y que estén relacionados con la calidad y vida en postcosecha del fruto como, por ejemplo: color, tamaño, forma, grados Brix, acidez titulable, producción de etileno, respiración, entre otros (INTAGRI, 2017).

En el caso de la frutilla y la mora el índice de madurez más utilizado por los agricultores es el color, el cual depende mucho del mercado de destino. Usualmente en la frutilla se esperan colores con un rojo de 80-100% en el fruto y en el caso de la mora su color generalmente es morado-negro o morado-rojizo, en este caso el fruto debe tener un contenido de grados brix por lo menos de un 8%. Por lo general en la mora se cosecha 70% de la fruta en grado 4: morada o negra pero firme y 30% de la fruta en grado 3: más morada que roja (Muñoz, 2012 y Franco, 2013). Otros índices de madurez que son utilizados son: días después de la floración, sabor, aroma, sólidos solubles totales, acidez y si se desprende fácilmente de la planta (Franco, 2013).

Debido a que existe un paulatino descenso en la producción de etileno durante el desarrollo de estos frutos y una carencia en el pico climatérico en la respiración es importante realizar la cosecha temprano en la mañana y evitar altas temperaturas (Castro, 2005). Como son frutas sumamente frágiles por su superficie blanda se recomienda que al momento de cosechar se manipulen lo menos posible. Es por esto por lo que se recomienda cosechar individualmente fruto a fruto, tomando la fruta por el pedúnculo que se corta de 0,5 a 1 cm desde el cáliz, doblando y tirando suavemente hasta quebrarlo (Muñoz, 2012). Se debe evitar el exceso de presión con los dedos y se recomienda colocarlos en las bandejas en donde van a ser comercializados, para evitar la acumulación de los frutos en la mano. Al momento de cosechar es importante realizar una selección cuidadosa y eliminar la fruta sobre madura, dañada o deformada.

Es importante que los agricultores manejen una buena higiene durante el manejo de la fruta, que tengan las manos limpias, las uñas cortas, los materiales de cosecha desinfectados, en especial las bandejas. Evitar en lo posible la cosecha con lluvia o con humedad en la fruta ya que son más susceptibles a enfermedades y no dejar que la fruta se asolee (Undurraga, 2013). Hay que tomar en cuenta que en las cajas no se coloque más de dos o tres capas de fruta y que el tamaño del pedúnculo no sea muy grande ya que puede maltratar las frutas vecinas (Montalvo, 2010). Una vez cosechada la fruta es importante que se encuentre en un lugar con sombra ya que de lo contrario puede perder agua, color y calidad.

3.3.2. Postcosecha

Se debe entregar la fruta máxima en 8-12 horas después de ser cosechada, si no se entrega el mismo día se deben realizar prácticas de conservación (Castro, 2005). Una práctica muy utilizada es ingresar la fruta en cámaras frigoríficas dentro de las 3 siguientes

horas, con una humedad relativa de 90% y una temperatura cercana a los 0°C (Morales, 2017). Esta cadena de frío es importante mantener hasta que la fruta llegue al lugar de venta. También se puede enfriar la fruta con aire forzado que favorece la frescura y la calidad (Muñoz, 2012). El transporte hacia el lugar de comercialización se debe realizar en no más de 3 a 4 horas desde la cosecha (Montalvo, 2010). Hay que evitar el peso excesivo y cualquier golpe dentro del transporte para mantener la calidad de la fruta hasta su consumo. Otros factores que pueden afectar la fruta son el polvo o los materiales que se utilizan.

En esta etapa del cultivo es importante analizar los índices de calidad de la fruta que incluyen: aspecto, tamaño, color y forma; ausencia de defectos, textura, aroma y valor nutritivo. La calidad representada por atributos y cualidades que lo hacen aceptable: frutos enteros, sanos, sin alteraciones o enfermedades, limpios, que lleven cálices verdes y sanos y libres de magulladuras (Castro, 2005). En el caso de la frutilla se espera un color rojo brillante según la variedad y con un buen calibre y en el caso de la mora se espera frutas enteras con drupas bien formadas, sanas, libres de humedad externa, libre de olores y sabores extraños y con aspecto firme y fresco, que tengan la misma coloración (Montalvo, 2010 y Morales, 2017).

Tanto para las frutillas como para las moras se utilizan envases plásticos para los mercados mayoristas y tarrinas o cestillas plásticas para los supermercados. También se pueden utilizar caretilas de madera, los cuales no son muy recomendados por los daños y golpes que estos generan además de deterioro y poca garantía de higiene y conservación (Muñoz, 2012). El empaque no debe asfixiar, ni fermentar la fruta y debe tener buena ventilación para evitar problemas de desarrollo de hongos y bacterias. Debe ser un empaque fuerte, que proteja y permita la manipulación de la fruta durante el transporte, no debe ser muy profundo para evitar que las frutas que se encuentran en la parte superior

estropeen las frutas que se encuentran debajo (Undurraga, 2013). Es importante tomar en cuenta que una buena cosecha también depende de seleccionar un buen lote, tener material de propagación sanos, sembrar a distancias amplias, regar el cultivo en épocas secas, hacer un buen tutorado para evitar el contacto con la tierra, controlar las malezas y las plagas y enfermedades y llevar a cabo un buen control y seguimiento del cultivo (Montalvo, 2010).

3.2.1. Principales problemas

La pudrición por *Botrytis* o “moho gris” es la mayor causa de pérdidas de postcosecha tanto en frutillas como en moras. Este moho presenta un micelio blanco que se torna gris cuando esporula y afecta las flores, el peciolo de las hojas, pero especialmente la fruta. Este hongo es muy común en el proceso de maduración de la fruta y puede crecer incluso dentro de los cuartos fríos que se encuentran a 0°C (Muñoz, 2012). Es muy común que este hongo entre a la fruta por causa de heridas que se producen durante el manejo del cultivo y puede penetrar el fruto por contacto. Los primeros síntomas que se presentan en las frutas afectadas son manchas castañas claras de donde surge una masa pulverulenta de color gris debido a las esporas (Undurraga, 2013). Se debe tener mucho cuidado con este hongo debido a que se puede propagar con el viento provocando la diseminación de la enfermedad.

Otro daño importante en postcosecha es la pudrición de los frutos por *Rhizopus*. Los síntomas de los frutos afectados son ablandamiento y exudado. La ventaja de este hongo es que no crece en temperaturas inferiores a 5°C, por lo que la temperatura es muy utilizada para el control de esta enfermedad. Al igual que el moho gris el micelio de este hongo penetra los frutos solo por lastimaduras provocando podredumbre blanda y eflorescencias negras constituidas por los esporangios del hongo (Muñoz, 2012). Normalmente este hongo puede afectar en campo, pero hay mayor incidencia en las frutas

ya cosechadas. Tanto la mora como la frutilla son muy susceptibles a este hongo debido a su cutícula delgada y pulpa blanda, es por esto por lo que se debe tener mucho cuidado especialmente con los golpes, las heridas y la presión que se realiza con los dedos al momento de cosechar.

Fuera de estas enfermedades principales también existen daños por plagas de origen animal como: nemátodos, ácaros, pulgones, etc.; plagas de origen vegetal: virus y bacterias; y deterioro por agentes microbianos debido a una infección mientras los frutos se encuentran adheridos a la planta (Morales, 2017). Estas enfermedades también son de gran importancia y es indispensable su control, sin embargo, no afectan tanto como los hongos mencionados anteriormente. Otros problemas que se presentan en la postcosecha de gran importancia son aquellos originados por maquinaria que ocasionan una reducción de firmeza, pudrición y luego la fermentación de los frutos. También se puede presentar deshidratación de los frutos o pérdidas de peso que se puede distinguir de manera visual ya que los frutos empiezan a perder brillo y se arrugan. Una vez que se pierde más del 5% de la humedad de la fruta esta ya no se considera comerciable, no solo por la apariencia física que afecta su calidad sino también porque desciende la calidad sensorial, es decir su contenido nutricional (Montalvo, 2017). Por otro lado, el manejo inadecuado de gases en especial el CO₂ genera decoloración en la fruta. También se pueden presentar problemas en los que baja la actividad enzimática y respiratoria del fruto o presenta altos porcentajes de pérdida de agua debido a que no se colocan en un ambiente adecuado con ventilación (Franco, 2017). Esto se debe a que estos frutos contienen una alta tasa respiratoria y una piel sumamente delgada, que los vuelve más susceptibles.

Dentro de las soluciones que se incorporan para disminuir estos problemas el manejo de temperatura es sin duda el más utilizado y es fundamental para darle mayor vida útil al fruto (Castro, 2005). Es por esto que se utilizan cámaras de refrigeración para

almacenar los frutos hasta su comercialización. Por otro lado, también se utilizan atmósferas controladas y modificadas con 10-15% de CO₂ que reduce el crecimiento de mohos, en especial de Botrytis y reducen la tasa de respiración de los frutos (Undurraga, 2013). Son aplicadas a través de películas plásticas que pueden cubrir completamente las cajas en donde son comercializadas las frutas. Fuera de esto es importante cosechar los frutos en el grado de madurez adecuado, mantener los frutos en lugares frescos, realizar una comercialización rápida, tener transporte con condiciones adecuadas, utilizar embalajes adecuados y realizar una buena preselección de frutos (Morales, 2017).

3.4. Recubrimientos naturales

Las cubiertas naturales han sido utilizadas desde el siglo XII. Al inicio se realizaban cubiertas de cera para mejorar la calidad de la fruta y poco a poco se fue incorporando en otros alimentos como en la carne para evitar su combinación y aumentar su durabilidad. La sacarosa, por ejemplo, era incorporada en las avellanas y almendras para evitar que se oxiden y se tornen rancias. Las emulsiones de ceras y aceites también eran aplicadas en frutas para mejorar su apariencia y para implementar fungicidas que ayudaban en el control de enfermedades. Actualmente después de varios estudios se continúan buscando formas de realizar cubiertas que mejoren las propiedades de los alimentos, al igual que su calidad y durabilidad. (Herrera,2015).

Los recubrimientos son matrices delgadas que se utilizan como protección para los alimentos. Pueden ser capas elaboradas con materiales comestibles cuyo fin es extender la vida útil de los alimentos, reducir sus procesos metabólicos, facilitar su distribución y formar una barrera protectora que reduce la respiración y retarda el proceso de senescencia (Vásquez y Guerrero, 2013). También se los conoce como atmósferas modificadas que en el interior reduce la velocidad de transpiración que genera el alimento. La eficacia de estas

capas protectoras depende del control de la humedad que genera y de la capacidad que tiene para mantener compuestos de diversa funcionalidad que ayudan a prolongar la vida de las frutas. Es importante que el recubrimiento tenga un espesor adecuado y se adhiera correctamente para evitar su solubilidad en agua. Las propiedades del recubrimiento van a depender mucho del material que se utiliza para formar la matriz, su masa molecular, la distribución de cargas y las condiciones bajo las cuales son formados (Quintero, Pascual y Muñoz, 2010). Debido a la falta de cohesividad e integridad estructural se requiere la utilización de aditivos, como plastificantes, que mejoran la flexibilidad de los recubrimientos; emulsificantes, que favorecen la dispersión del lípido y tensoactivos, que mejoran la capacidad del recubrimiento para impregnarse al alimento. (Cisneros y Krochta, 2002)

3.4.1. Componentes de recubrimientos naturales

Los principales compuestos para la elaboración de recubrimientos naturales que han sido aplicados y han demostrado efectividad son: polisacáridos, proteínas y lípidos, ya sea como componentes únicos o combinados.

Los polisacáridos son polímeros de alto peso molecular derivados de celulosa, pectina, almidón, alginatos, quitosano y gomas que son capaces de formar una matriz estructural (Vásquez, *et al.* 2013). Estos compuestos se encuentran limitados por su solubilidad en agua ya que forma una barrera poco resistente a la humedad. Por esta razón, se adhieren aceites, glicerol o sucrosa para mejorar su composición química. Las proteínas, por otro lado, forman barreras más débiles que los polisacáridos sin embargo desarrollan buenas propiedades de barrera al oxígeno, lo que ayuda a controlar el intercambio gaseoso que hay entre el fruto y el medio ambiente (Quintero, *et al.* 2010). Las proteínas que más se utilizan para la elaboración de recubrimientos son las que se encuentran en la leche

debido al excelente valor nutricional, sabor suave y capacidad de servir como medio para agregar color, sabor e ingredientes funcionales a los alimentos (Albizú, *et al.* 2011). Por último, los lípidos son muy buenos como barrera de humedad debido a su naturaleza hidrofóbica. De esta manera reducen la pérdida de agua y mejoran el brillo de los frutos. Además, protegen los frutos contra la oxidación y el crecimiento microbiano (Andrade, *et al.* 2013). Es posible la combinación de estos componentes con plastificantes y emulsionantes que mejoran sus propiedades tanto físicas como químicas.

Actualmente se utilizan biopolímeros para el desarrollo de películas y recubrimientos comestibles como es el caso del quitosano, un polímero natural derivado de la quitina, componente que se encuentra presente en las conchas de los crustáceos (Vásquez, *et al.* 2013). Este polisacárido se utiliza en la industria alimenticia debido a sus propiedades fisicoquímicas como: biodegradabilidad y biocompatibilidad; y por sus propiedades antimicrobianas y antifúngicas (Aider, 2010). Adicionalmente presenta buenas propiedades mecánicas, permeabilidad selectiva al CO₂ y O₂, mejora la calidad y prolonga la vida de frutas frescas (Vásquez, *et al.* 2013). Otro biopolímero muy utilizado es el gel extraído de la pulpa de *Aloe barbadensis* debido a su capacidad antioxidante y al hecho de que reduzca de manera significativa el crecimiento de micelios de mohos tales como *Penicillium*, *Botrytis* y *Alternaria* (Castillo, *et al.* 2010).

3.4.2. Funciones de los recubrimientos naturales

Las principales funciones que cumplen los recubrimientos son: disminuir la tasa de respiración, retrasar la pérdida de peso por deshidratación, disminuir la pérdida de firmeza y pigmentación, generalmente ocasionada por microorganismos, inhibir el pardeamiento enzimático, conservar las propiedades mecánicas, conservar las características sensoriales, retrasar la maduración, formar barreras semipermeables a gases como O₂ y CO₂ y vapor de

agua, portar ingredientes funcionales como agentes antimicrobianos y antioxidantes, proteger los alimentos de enfermedades, mantener la calidad y lo más importante prolongar la vida útil de los alimentos (Vásquez, *et al.* 2013; Quintero, *et al.* 2010; Cisneros, *et al.* 2002).

3.4.3. Formación y aplicación del recubrimiento

La disolución de los materiales base para la elaboración de recubrimientos se puede realizar en disolventes como agua, alcohol, soluciones ácidas diluidas o una mezcla de disolventes (Fernández, *et al.* 2015). Lo importante en esta disolución es que el material se disperse, es por esto por lo que en algunos casos se requiere calentar y agitar la solución al mismo tiempo para una mezcla homogénea. Por otro lado, se debe adicionar una sustancia con propiedades plastificantes para dar flexibilidad y resistencia, reduciendo la fragilidad del recubrimiento.

El método más adecuado para la aplicación de películas y recubrimientos es la inmersión, ya que se requiere una cubierta uniforme (Vásquez, 2013). Es importante que una vez aplicado el recubrimiento se elimine el disolvente que se encuentra en exceso y se proceda a un secado. Es importante asegurarse que el recubrimiento se encuentre impregnado por completo, formando una membrana en la superficie del alimento. Otros métodos que se pueden utilizar para la aplicación son a través de aspersion con aspersores de alta presión que permiten emplear menor cantidad de recubrimientos o aplicaciones mecánicas o manuales con brochas (Vásquez, 2013).

3.5. Fungicidas

Actualmente se siguen presentando grandes pérdidas en postcosecha en todo el mundo, dependiendo del país y del cultivo las pérdidas pueden alcanzar hasta 50% de la

producción. Debido a esto se han buscado diferentes alternativas de control que no solo sean buenas para el control de enfermedades sino también para el medio ambiente.

3.5.1. Fungicidas químicos

Existen varios fungicidas químicos que se utilizan para el control de podredumbres y enfermedades parasitarias en la postcosecha de frutos. Estos fungicidas actúan erradicando infecciones, protegiendo la superficie del fruto de las infecciones por heridas, inactivando las esporas de los hongos presentes en lesiones, cicatrizando las lesiones producidas en la piel, entre otros (Scribano, *et al.* 2016). Los principales fungicidas empleados en postcosecha de frutas y hortalizas son: procloraz, propiconazol, ortofenilfenol, imazalil, pirimetanil y tiabendazol (Decco, 2015). En el Ecuador uno de los más utilizados es el tiabendazol. En este grupo de fungicida se encuentran aquellos de acción sistémico que tiene una rápida absorción y traslocado dentro de la planta, evitando así el lavado por lluvia (Syngenta, 2016). Estos fungicidas controlan una amplia gama de patógenos en una gran cantidad de cultivos sin causar daños en las células de la planta, lo que favorece la productividad de los cultivos. Su ingrediente activo el tiabendazol es una sustancia que se puede utilizar como: aditivo alimentario, pesticida (fungicida) y como medicamento en dosis muy bajas. Como aditivo alimentario es un conservante sintético que se obtiene por destilación del alquitrán de hulla, petróleo crudo o gas natural y su función es la de prevenir la formación de hongos y mohos, pero está dentro de la lista de conservantes que pueden producir dolores de cabeza, alergias y diarrea (Maqueda, 2017). Por otro lado, como fungicida actúa inhibiendo la división celular del patógeno, afecta la formación del uso acromático e impide el desarrollo y crecimiento del hongo. Este producto es muy utilizado para hongos como: *Botrytis cinerea*, *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., entre otros (Syngenta, 2016).

3.5.2. Preservantes alimenticios

Existen varios preservantes en la industria alimentaria para inhibir el crecimiento de hongos. Los conservadores más empleados son: ácido sórbico, sorbato de potasio, sorbato de sodio, sorbato de calcio, benzoato sódico, anhídrido sulfuroso, sulfito sódico, entre otros (Villada, 2010). La razón por la cual, son los más utilizados, lo que se debe a su bajo nivel de toxicidad, el espectro de acción que tienen sobre microorganismos y a que no proporcionan aroma o sabores que no son propios de los alimentos (Cameron, 2004).

Uno de los más usados es el benzoato de sodio, un polvo o granulo de color blanco, inodoro y con sabor astringente y dulce. Es soluble en agua y ligeramente soluble en alcohol. Puede ser tóxica en cantidades elevadas y usualmente es aplicado como un conservante sintético bactericida y fungicida en productos alimenticios (León, 2017). En la industria alimenticia es muy utilizado para la conservación de productos ácidos como jugo de frutas, bebidas carbonatadas, postres, alimentos fermentados, mermeladas, mayonesas, vinos, etc. (NEOKEM, 2015). Posee un efecto antimicrobiano cuando es utilizado como recubrimiento comestible y generalmente son efectivos contra levaduras y mohos en concentraciones de 0,1% (León, 2017). La responsable de la actividad antimicrobiana es la molécula no disociada de este ácido y la facilidad que tiene el benzoato de sodio para penetrar a través de la membrana celular (Eklund, 1985). Es así como este producto a sido utilizado para combatir mohos como: *Rhizopus nigricans*, *Mucor racemosus*, *Penicillium* sp., *Aspergillus*, sp., entre otros (Villada, 2010). Es importante tomar en cuenta que las concentraciones del benzoato de sodio varían según el pH del medio donde se utilice. A

medida que aumenta el pH también se aumenta la concentración del ácido para obtener el mismo resultado.

3.5.3. Fungicidas naturales

Últimamente se han desarrollado fungicidas de origen biológico y productos inorgánicos para el control de enfermedades como una alternativa para disminuir el uso de productos químicos sintéticos y para conservar la fertilidad del suelo y el medio ambiente. Ejemplos de estos fungicidas son: el caldo bordelés, el azufre, la cola de caballo, extracto de semillas de cítricos, propóleo, purín de ortiga, *Trichoderma*, tomillo rojo, entre otros (Lenteren, 2003).

Dentro de estos fungicidas se destaca el hongo antagonista de género *Trichoderma*. Este hongo se caracteriza por crecer rápidamente y producir conidios abundantes que tienen una amplia gama de enzimas que le permite habitar en casi todos los suelos y ambientes, demostrando una gran plasticidad ecológica (Martínez, *et al.* 2013). Posee diferentes mecanismos de acción que regulan el desarrollo de los hongos patógenos. Entre estos, los principales son la competencia por espacio y nutrientes, el micoparasitismo y la antibiosis (Infante, *et al.* 2009). En el primer caso, la competencia se da no solo por su adaptación a cualquier ambiente sino por su rápido desarrollo y crecimiento. Por otro lado, el micoparasitismo se da gracias a las enzimas que se encuentran en las hifas que penetran al patógeno y degradan su pared celular. Por último, la antibiosis se da por los metabolitos con actividad antifúngica que secreta la *Trichoderma* que degradan las hifas y la germinación de esporas de los patógenos (Martínez, *et al.* 2013).

Entre las especies más destacadas están *T. harzianum*, *T. viride* y *T. hamatum* (Martínez, *et al.* 2013). En las frutillas se han realizado estudios en donde la incidencia de *Botrytis cinerea* en tratamientos con *T. harzianum* y *T. lignorum* solo alcanza un 33% en

comparación con el control que tiene una incidencia de 60%, lo que indica un control mayor de los antagonistas sobre la enfermedad ((Merchán, *et al.* 2014). De igual manera, estas cepas de *Trichoderma* redujeron significativamente el desarrollo del patógenos en la planta, obteniendo así frutos más grandes y con mayor tonalidad roja. Otro estudio demostró, que *T. harzianum* con extractos vegetales es eficaz para el control de hongos como: *Aspergillus*, *Botrytis* y *Penicillium* presentes en la etapa de postcosecha de mora de castilla, fresa y una especie hortícola de tomate riñón, siendo una alternativa para la etapa de postcosecha y garantizar una comercialización sostenible y sustentable (Guamán, 2017)

IV. Materiales y Métodos

- Para todos los tratamientos que se estudiaron se utilizó mora y frutilla recién cosechada. La mora se obtuvo de la zona de Guayabamba ($0^{\circ}03'00''\text{S}$ - $78^{\circ}19'07''\text{W}$) de la empresa “Neuman Flowers” y la frutilla de una finca en la zona de Yaruqui ($0^{\circ}09'50''\text{S}$ - $78^{\circ}19'46''\text{W}$) 20 km de la ciudad de Quito.

4.1. Identificación por microscopía de hongos presentes en postcosecha de mora y frutilla

Para la identificación de los patógenos se dejó los frutos de mora y frutilla en cámara húmeda por cinco días hasta que se vio el crecimiento de micelio y se procedió a la toma de muestra. Para la observación microscópica se utilizó la metodología de Arias (2008) conocida como la técnica de cinta pegante que permite observar estructuras fúngicas casi sin alteración. Para esto se toma una muestra del hongo presente en el fruto dañado con un pedazo de cinta de 4 cm, con el lado adhesivo hacia fuera, sosteniéndose con los dedos y presionando firmemente contra la superficie de la colonia del hongo que se quiere estudiar. Posteriormente, la tira de cinta se coloca en un portaobjetos que contiene una gota de azul de metileno, un colorante orgánico que se utiliza para la tinción del patógeno. Una vez colocada la cinta en el portaobjetos, se retira el exceso del colorante. Ya lista la placa se procede a observar la muestra en el microscopio. Para esta identificación se utilizó el sistema Leica DM 750, un microscopio idóneo para obtener imágenes de alta calidad debido a la iluminación Led que proporciona. El aumento que se utilizó para observar las placas fue de 40x y 100x.

4.2. Determinación de los índices de madurez en el fruto de mora

Para esta investigación se determinó los índices de madurez de la mora a través de tres indicadores: color, sólidos solubles (°Brix) y acidez titulable (% ácido cítrico). Para el análisis físico que fue la medición de color se realizó de manera visual tomando como referencia la escala de color realizada por el INEN en el 2010. Por otro lado, para el análisis químico se evaluó la acidez titulable y los sólidos solubles con 30 g de pulpa, de cada punto de madurez, que fueron molidos en un mortero con un pistilo. Para obtener el % de acidez se utilizó un titulador automático METTLER TOLEDO en el cual se colocó tres gramos de muestra, previamente pesada en una balanza analítica METTLER TOLEDO y colocada en vasos de valoración de 100 ml, que fue aforada con agua destilada a 30 ml y posteriormente colocada en la máquina que realiza valoraciones potenciométricas en donde se indica el % de acidez presente en la muestra. Esta solución se tituló con una solución de NaOH 0,1 N. Para la determinación del contenido de sólidos soluble se colocó una gota de la pulpa de mora sobre el prisma de la superficie de un refractómetro portátil (REF 113 Brix) y se registró la medida en grados° Brix.

4.3. Evaluación de severidad e incidencia de los índices de madurez en mora

Se colocaron 20 frutos por cada índice de madurez en una caja de plástico de 40 cm de ancho, 80 cm de largo y 18,5 cm de alto con papel de cocina húmedo y se evaluó la incidencia y severidad de los mohos en los frutos cinco días después de ser cosechados. Se utilizó la escala de severidad que se encuentra en el **ANEXO 1** y para el porcentaje de incidencia la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Incidencia} = \frac{\text{Número de frutos afectados}}{\text{Número total de frutos}}$$

4.4. Preparación de los recubrimientos naturales

Obtención de bases de recubrimientos

Una base de recubrimiento fue el mucílago de Aloe vera, el cual se extrajo de pencas que comercializa la empresa “Vilcamba” obtenida en “Supermaxi”, Las otras dos bases que fueron quitosano y suero de leche fueron adquiridos en “Toptrading productos químicos”. Adicional a estas bases se utilizaron como aditivos glicerol al 99,5% de la empresa “LOBA Chemie” y tween 80 de la empresa “Merck”.

Fase experimental:

Para este ensayo se utilizó las dosis más efectivas que se presentaron en los ensayos preliminares que se pueden observar en el **ANEXO 2**, los cuales se realizaron en base a una revisión bibliográfica de materiales utilizados para recubrimientos que se muestra en el **ANEXO 3**. Finalmente se escogieron: Aloe vera, quitosano y suero de leche con las siguientes concentraciones:

- El mucílago de Aloe vera fue extraído de la penca y diluido en agua destiladas en dos concentraciones: 50% y 75% (v/v). (AVD1 y AVD2 respectivamente).
- El quitosano en polvo se colocó en agua destilada en dos concentraciones 2 y 10% (p/v). (QD1 y QD2 respectivamente).
- El suero de leche se colocó en agua destilada en dos concentraciones 6 y 20% (p/v). (SLD1 y SLD2 respectivamente).

A todos los recubrimientos se les colocó dos aditivos glicerol como plastificante al 1% y tween 80 como emulsificante al 1%, los cuales se incorporaron en los frascos de vidrio DURAN de 1 L mientras se mezcla la solución en el agitador magnético CIMAREC.

Posteriormente a la elaboración del recubrimiento se realizaba la inmersión de los frutos recién cosechados, en punto de madurez 3 para mora y en el punto de cosecha óptimo en el caso de la frutilla que es un fruto con una coloración roja de 75%, en envases

plásticos, de 23 cm de ancho, 23 cm de largo y 12,5 cm de alto, durante 3 min. Al finalizar el tiempo se colocó el fruto por fruto en una caja plástica, de 40 cm de ancho, 80 cm de largo y 18,5 cm de alto, que tenía como base papel de cocina húmedo, con el fin de dar el efecto de una cámara de humedad para acelerar el desarrollo y crecimiento de los patógenos. Los ensayos fueron evaluados 5 días después de ser cosechados los frutos. Para la evaluación de la severidad tanto en mora como en frutilla se realizaron escalas visuales en donde se califica el moho en 5 grados de severidad, en donde 1 es un fruto sin lesión, 2 con severidad de 1-10%, 3 con severidad de 11-25%, 4 con severidad 26-50% y 5 con severidad de 51-100%. Estas escalas se pueden observar en el **ANEXO 1**. Por otro lado, el porcentaje de incidencia se determinó con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Incidencia} = \frac{\text{Número de frutos afectados}}{\text{Número total de frutos}}$$

4.5. Incorporación de fungicidas

Se utilizó como fungicida químico tiabendazol a 42,9% que se encontró como ingrediente activo de un fungicida comercial adquirido en “AGROSA”, como preservante alimenticio se utilizó benzoato de sodio adquirido en “La casa del químico” y como fungicida biológico se utilizó *Trichoderma* ($\times 10^9$ ufc/g) obtenido de un producto comercial de la empresa “Microtech”.

Fase Experimental:

Se incorporó fungicidas con las siguientes combinaciones tanto en mora como en frutilla:

- Frutos con recubrimiento de Aloe vera 50% fueron sumergidos en tres frascos diferentes con mezcla de: 1 g de benzoato de sodio, 2 ml de *Trichoderma* y 1 ml de tiabendazol en un litro de agua respectivamente. Los mismo se realizó con el recubrimiento de quitosano 10 g y con suero de leche 20 g.

- Se utilizó un control absoluto sin recubrimiento ni fungicida.

En estas combinaciones se mantuvo en cada tratamiento al glicerol y tween 80 como aditivos en las concentraciones antes mencionadas. La inmersión en las combinaciones fue igualmente de 3 min y la evaluación de la incidencia y severidad de los mohos se realizó con el método de la escala visual **ANEXO 1** y de la ecuación de % de incidencia antes mencionado.

4.6. Diseño experimental:

Para todos los ensayos se utilizó un diseño de bloques completos al azar DBCA. En el caso de la frutilla se dividió cada ensayo en cuatro bloques con 5 frutos por tratamiento y en el caso de la mora se dividió cada ensayo en cuatro bloques con 20 frutos por tratamiento.

Tanto para la determinación de los sólidos solubles como para el porcentaje de acidez se realizó un análisis de ANOVA y para la significancia de los tratamientos se realizó una prueba de separación de medias de Tukey y ($P \leq 0,05$). Adicional para determinar si existe o no diferencia entre las muestras tomadas en día 1 y el día 5 para los ° Brix se realizó una prueba de t pareada.

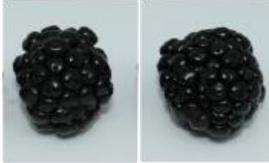
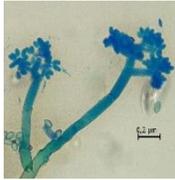
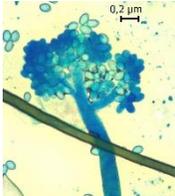
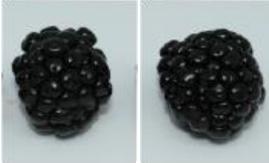
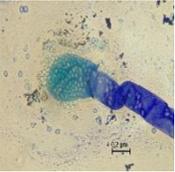
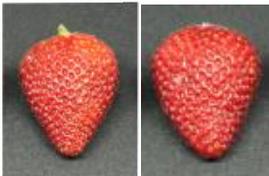
Para el resto de los variables se utilizó la prueba de Chi-cuadrado ($p < 0.05$) que permite calcular la probabilidad (valor p) que existe entre dos variables categóricas que sean independientes entre sí. Todos los análisis estadísticos se realizaron en el programa JASP Versión 0.9.2.

Resultados:

4.7. Identificación de mohos

Se determinó la presencia de dos hongos que afectaron a los frutos a los cinco días de ser introducidos en cámara húmeda. Coincidentemente tanto *Botrytis* sp. como *Rhizopus* sp. afectaron mora y frutilla. En todas las muestras ya sea sin esporulación o altamente esporulantes fue posible encontrar todos los caracteres descritos en la literatura, de tal manera que las características físicas del fruto como las de la microscopía de los mohos mostraron similitud con el estudio realizado por Chaves *et al.* (1985) y Arias (2008). Más detalles de los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3: Identificación de hongos presentes en postcosecha de mora y frutilla

Frutos (Día 0)	Frutos (Día 5)	Síntomas y signos	Microscopía de hongos	Descripción	Nombre
		<p>La podrición se distingue como una mancha marrón claro o amarillenta hacia el final del cáliz que a los pocos días cubre al fruto con un moho gris, de apariencia polvosa, en toda la superficie de la fruta (Chaves, 2004). Es un patógeno agresivo que crece y se reproduce en tejidos dañados, senescentes y muertos. Este patógeno es capaz de afectar el 95% de los frutos después de 48 horas de ser cosechados (Matamoros, 1986).</p>	<p>40 x</p> 	<p>Presenta conidios ovoides, elipsoidales y hialinos en conidióforos que presentan ramificaciones alternas y rectas, dispuestos en grupos. Las hifas pueden estar septadas hialinas y dematiáceas con ramificaciones en forma dicótoma (Arias, 2008).</p>	<i>Botrytis</i> sp.
			<p>40 x</p> 		
		<p>Los primeros síntomas muestran frutos con agua y blandos. Los frutos empiezan a perder humedad y se arrugar botando un líquido amarillo blanquecino. En poco tiempo aparecen las hifas del hongo con esporangióforos filamentosos de color gris que producen esporangios negros en sus puntas (Solorio, 2000).</p>	<p>40 x</p> 	<p>Este hongo filamentosos presenta esporangióforos largos, sin ramificar, que nace de un nudo de rizoides ramificadas. Los esporangios son esféricos con columela. Tiene hifas aseptadas (Iberoam, 2002).</p>	<i>Rhizopus</i> sp.
			<p>40 x</p> 		

4.8. Índices de madurez del fruto de mora

Para saber si los índices de madurez seleccionados eran diferentes se realizó el análisis de los sólidos solubles y del % de acidez. Una vez obtenidos los datos se hizo un análisis de ANOVA que demostró una diferencia significativa entre los tratamientos, para complementar este análisis se realizó la prueba de Tukey que identificó tres grupos diferentes, afirmando la diferencia estadística obtenida en el ANOVA. Este análisis estadístico se puede observar en el **ANEXO 5**.

Tabla 4: Índices de madurez de la mora

Índices de madurez en fruto de mora											
Color			Grados Brix					Acidez Titulable			
	Día 1			Día 5			Tukey	Día 1		Tukey	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s		\bar{x}	s		
1			5,14	±0,1	5,19	±0,14	c	3,32	±0,06	a	
2			6,96	±0,1	6,90	±0,14	b	2,32	±0,07	b	
3			8,68	±0,45	8,29	±0,3	a	1,72	±0,04	c	

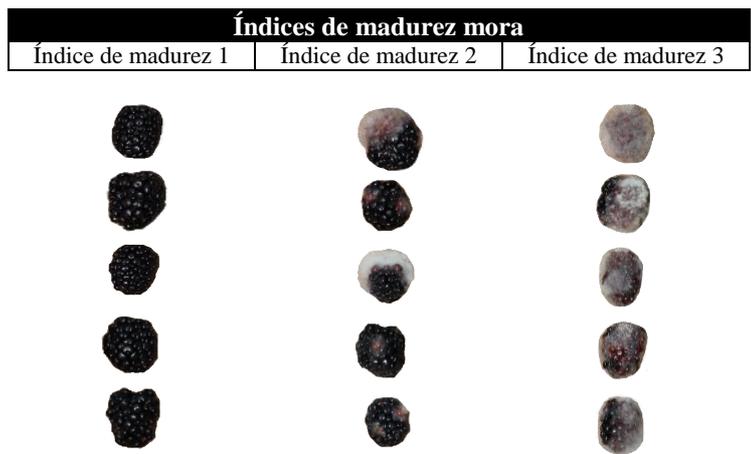
Se puede observar que el índice de madurez uno posee un color rosado amarillento, el punto de madurez dos un color rojizo y el punto de madurez tres un color morado oscuro casi negro que es muy fácil de distinguir de manera visual el primer día de cosecha, sin embargo, al día cinco se puede observar que todos los puntos de madurez se tornan de color morado oscuro casi negro, siendo difícil la diferencia entre los puntos de madurez. Por este

motivo se realizó el análisis de los sólidos solubles y la acidez titulable la cual se muestra una relación inversamente proporcional ya que los frutos maduros contienen menor % de acidez y mayor contenido de sólidos solubles, mientras que los frutos inmaduros son mucho más ácidos y contienen menor cantidad de sólidos solubles. Es muy importante tomar en cuenta que el contenido de azúcar no incrementa ni disminuye entre el día 1 y el día cinco. Esto nos indica que el punto de madurez es clave en cuanto al sabor del fruto ya que a pesar de que su color cambie una vez cosechados, el contenido de acidez y de azúcares se mantiene igual. Se determinó que no existía diferencia entre el día 1 y el día 5 a través de una prueba de t pareada que se puede observar en el **ANEXO 5**.

4.9. Severidad e incidencia de los índices de madurez en el fruto de mora

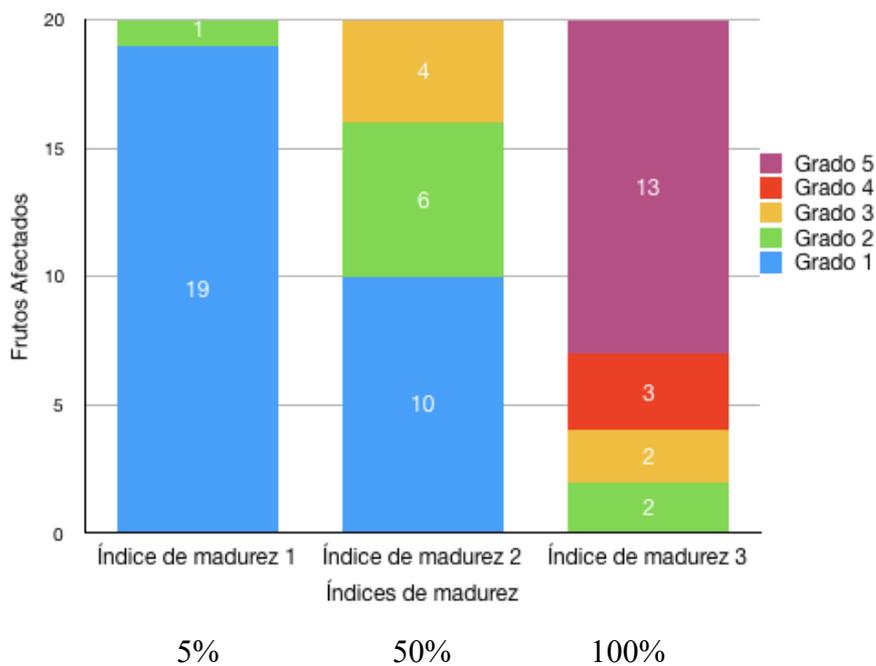
Se puede observar en la figura 1 que el grado de severidad y la incidencia de moho aumenta conforme el punto de madurez de la fruta. La severidad en el punto de madurez 1 fue de grado 1: sin lesión para el 95% de sus frutos, mientras que para el punto de madurez 2 fue de grado 1: sin lesión para el 50% de sus frutos y de grado 2: 1-10% y 3:11-25% para el otro 50%. A pesar de que el grado de severidad del moho aumenta en el punto de madurez 2, este grado no supera el 25%, lo que es un buen indicador. En cuanto a la severidad del punto de madurez 3 se puede observar que más del 50% de sus frutos tienen un grado 5: 51-100% que indica frutos severamente afectados por la presencia de mohos. En este punto de madurez no se puede observar ningún fruto en grado 1: sin lesión. En cuanto al porcentaje de incidencia se puede observar que los frutos con punto de madurez 1 el porcentaje de incidencia del hongo es únicamente 5% mientras que en el punto de madurez 2 y 3 son 50% y 100% respectivamente. Esto nos indica que en un punto de madurez 1 casi no se encuentra la presencia de mohos, en un punto 2 únicamente la mitad de sus frutos contienen mohos y en un punto de madurez 3 todos los frutos cuentan con presencia de mohos. La diferencia que existe de la severidad y la incidencia de los mohos en cada punto de madurez se puede confirmar con la diferencia significativa obtenida en el análisis estadístico de chi-cuadrado en la que se obtuvo que todos los puntos de madurez son diferentes entre sí. Esto nos indica que el punto de madurez es clave en el ataque y control de mohos en la fruta.

a.



b.

Severidad por el índice de madurez - Mora



c.

Chi-cuadrado



Figura 1: Severidad e incidencia de mohos por los índices de madurez de los frutos de mora. 5 días después de ser cosechados y colocados en una cámara húmeda. Ib. número de frutos afectados por cada grado de severidad y en la parte inferior el % de incidencia en cada índice de madurez. 1c. Análisis estadístico de Chi-cuadrado comparando cada punto de madurez.

4.10. Evaluación de las dosis para la elaboración de recubrimientos

4.10.1. Mora

En la figura 2b se puede observar que todos los tratamientos tuvieron grados de severidad 2, 3, 4 y 5. Ninguno de los tratamientos presentó grado 1: sin lesión. Se compararon las dosis de cada una de las bases y se escogieron los tratamientos que presentaban menor cantidad de frutos en grado de severidad 5: 51-100%. Los tratamientos que presentaron menor cantidad de frutos con un grado de severidad 5: fueron: Aloe vera al 50% (AVD1), quitosano 10g (QD2) y suero de leche 20 g (SLD2). En los tratamientos con suero de leche se puede observar que ambas dosis contienen el mismo número de frutos con grado 5:51-100%. Sin embargo, el suero de leche 20 g/l (SLD2) tiene más frutos con grado 2:1-11%. En cuanto al porcentaje de incidencia, se puede observar que en todos los tratamientos fue de 100%, es decir que todos los frutos contaban con la presencia del moho como se puede observar en la figura 2a. De todas las dosis evaluadas únicamente la dosis de quitosano10g mostró diferencia significativa frente al control en el análisis de Chi-cuadrado que se puede observar en la tabla 5.

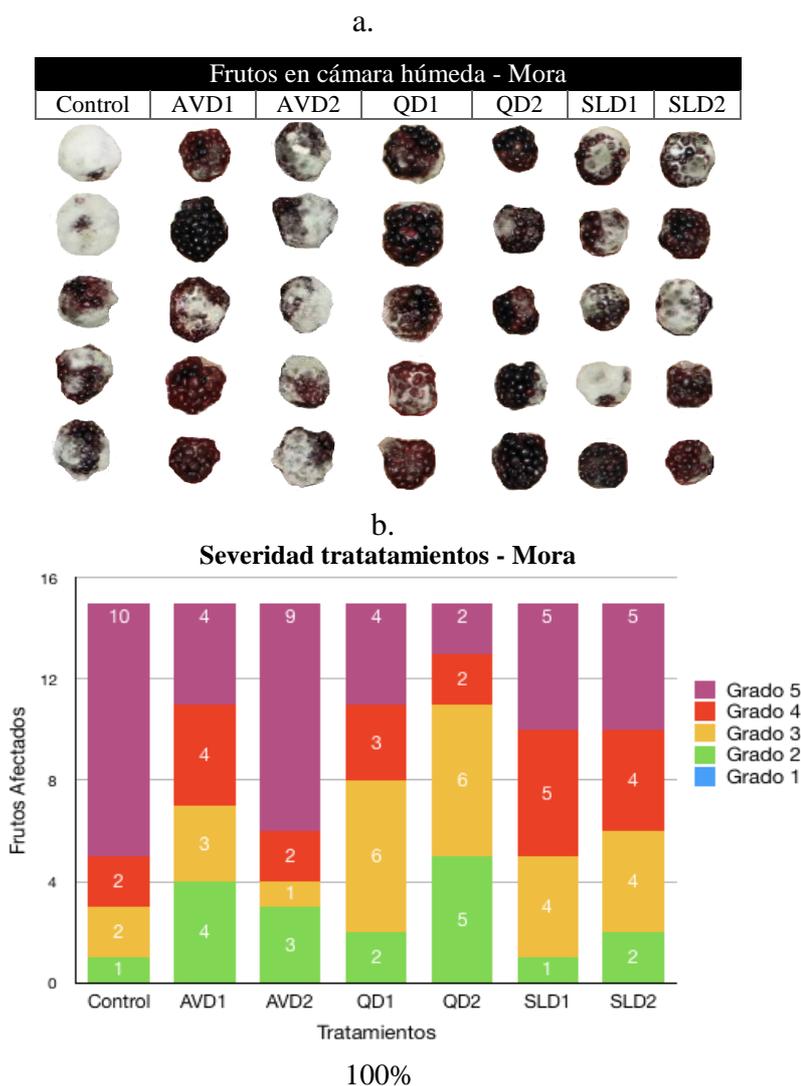


Figura 2: Evaluación dosis de recubrimientos en mora. 2a. frutos del control y los seis tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 2b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. De izquierda a derecha: control, Aloe vera 50% (v/v), Aloe vera 75% (v/v), quitosano 2% (p/v), quitosano 10% (p/v), suero de leche 6% (p/v) y suero de leche 20% (p/v).

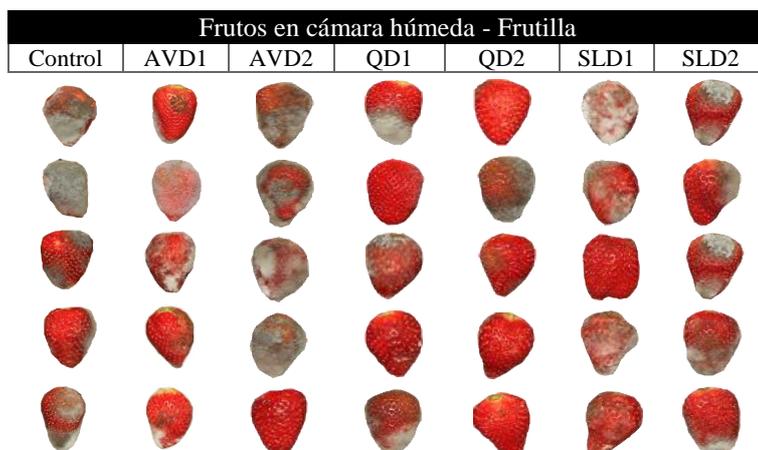
Tabla 5: Chi-cuadrado dosis mora

Chi Square Test (χ^2)	
	p
C – AVD1	0,155
C – AVD2	0,709
C – QD1	0,164
C – QD2	0,019 *
C – SL1	0,306
C – SL2	0,343

4.10.2. Frutilla

Las dosis de los recubrimientos usados en frutilla fueron las mismas usadas en mora. Se puede observar los mismos resultados obtenidos en el ensayo de mora en donde los frutos menos infectados por mohos fueron con los tratamientos de Aloe vera 50% (AVD1), quitosano 10 g (QD2) y suero de leche 20 g (SLD2), los cuales presentaron más frutos con grado 1: sin lesión y menor cantidad de frutos con grado 5: 51-100%. En este ensayo el porcentaje de severidad no fue el mismo para todos los tratamientos. Los tratamientos con menor % de incidencia fue el quitosano 10g (QD2), aloe 75% (AVD1) y suero de leche 6g (SLD1) con 73%, 93% y 93% respectivamente. El único tratamiento que presentó diferencia significativa con el control fue el de quitosano 10 g (QD2). Al igual que en la mora se escogieron los tratamientos que presentaron menor cantidad de frutos con grado 5:51-100% de severidad.

a.



b.

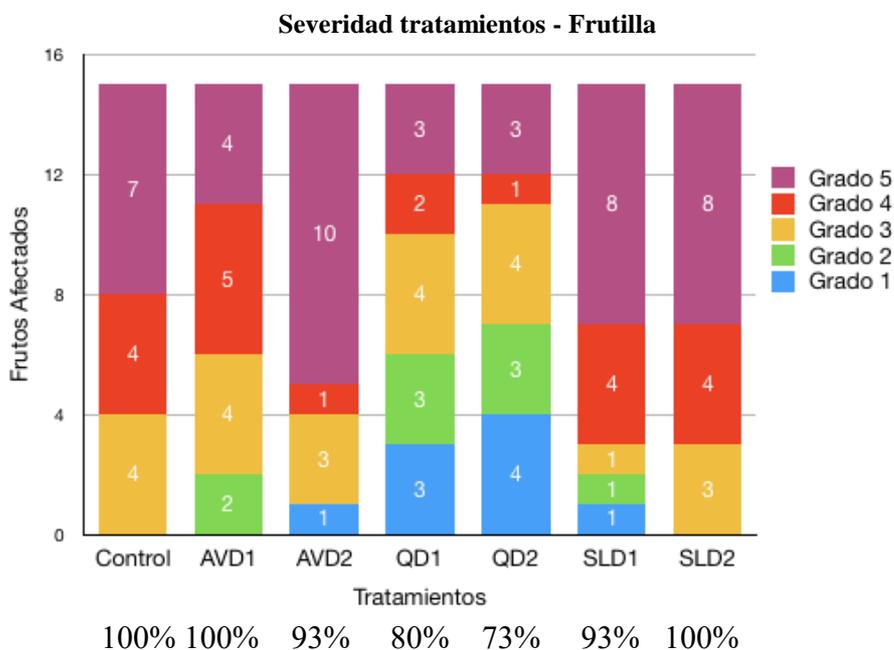


Figura 3: Evaluación dosis de recubrimientos en frutilla. 3a. frutos del control y los seis tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 3b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. De izquierda a derecha: control, Aloe vera 50% (v/v), Aloe vera 75% (v/v), quitosano 2% (p/v), quitosano 10% (p/v), suero de leche 6% (p/v) y suero de leche 20% (p/v).

Tabla 6: Chi-cuadrado dosis frutilla

Chi Square Test (χ^2)	
	p
C – AVD1	0,403
C – AVD2	0,324
C – QD1	0,082
C – QD2	0,034
C – SL1	0,424
C – SL2	0,901

4.11. Incorporación de fungicidas en mezcla con los recubrimientos naturales

Para este estudio se evaluó benzoato de sodio, Tiabendazol 42,9% y metabolitos de *Trichoderma* y benzoato de sodio. El objetivo de estos ensayos fue observar si los recubrimientos pueden potenciar la acción de los fungicidas contra los mohos presentes en los frutos. Las dosis que se seleccionaron para la elaboración de recubrimientos fueron Aloe vera 50%, quitosano 10 g y suero de leche 20 g, que en los ensayos anteriores mostraron mayor efectividad para el control de mohos tanto en mora como en frutilla. Para determinar la diferencia significativa de los tratamientos se realizó un análisis estadístico de Chi-cuadrado.

Se puede observar en el ensayo que ninguno de los tratamientos mostró diferencia significativa en comparación con el tratamiento que solo tenía fungicida (BS), es decir los tratamientos no potenciaron la acción y efectividad del benzoato de sodio. Sin embargo, el tratamiento que presentó menor número de frutos afectado fue el del quitosano (Q+BS) que se puede observar en la figura 4a. en donde se observa que es el tratamiento con menor cantidad de frutos con grado de severidad 5: 51-100% y es el que contiene más frutos con grado de severidad 1: sin lesión. Además, la incidencia de este tratamiento también fue la más baja con un 85%, seguido por el tratamiento de suero de leche con 90% y el de Aloe vera con un 100%. Por otro lado, los tratamientos que presentaron diferencia significativa control (C) fue el benzoato de sodio solo (BS) y el benzoato de sodio con quitosano (Q+BS), que se puede observar en la figura 4c., lo que indica que pueden ser una buena alternativa para disminuir la severidad de los mohos presentes en la fruta.

4.11.1. Recubrimientos más benzoato de sodio en mora:

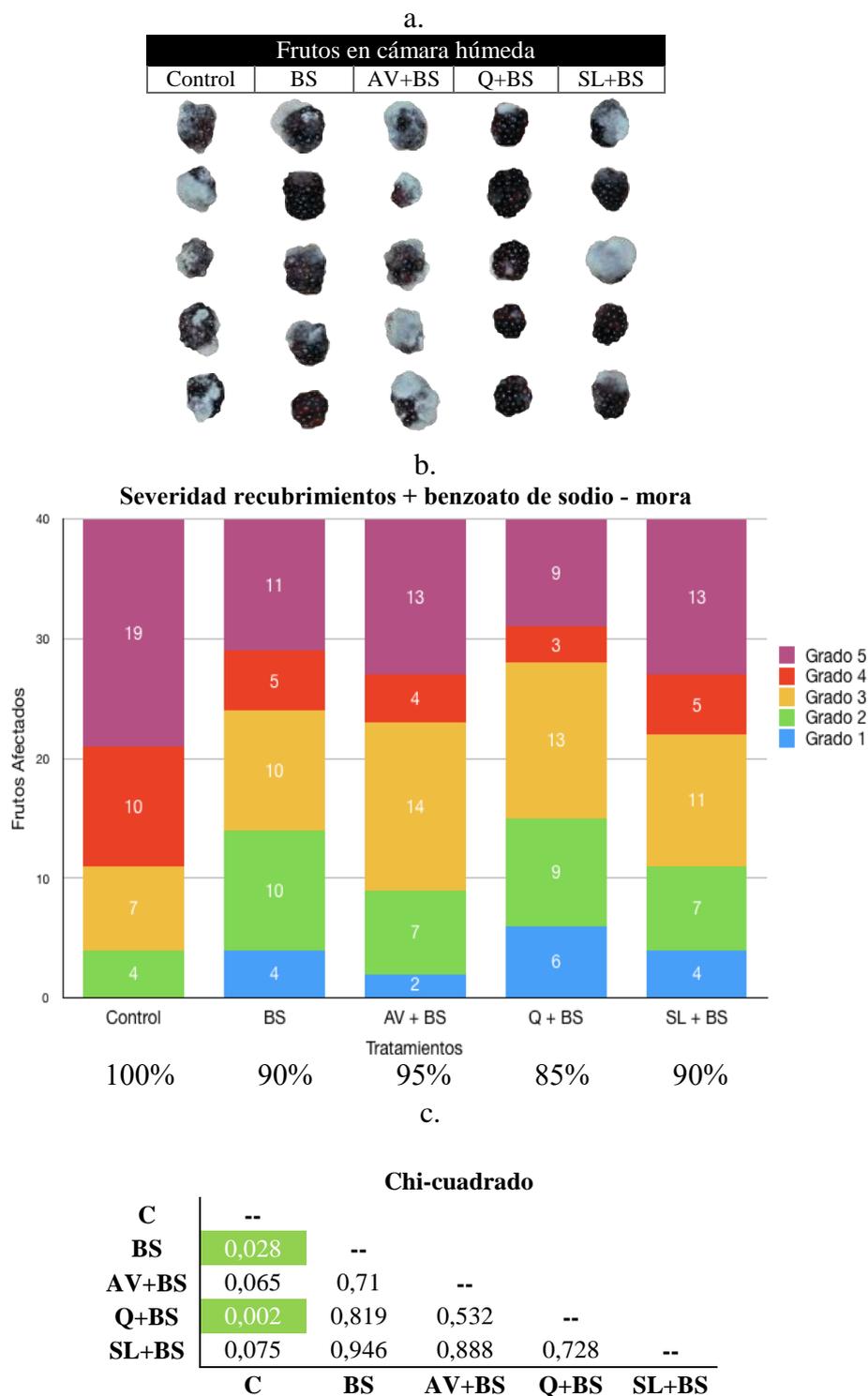


Figura 4: Severidad e incidencia de recubrimientos con benzoato de sodio en mora. 4a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 4b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 4c. análisis de chi-cuadrado entre todos los tratamientos. De izquierda a derecha: control, benzoato de sodio 1g/l, Aloe vera 50% (v/v) más 1g de benzoato de sodio, quitosano 10% (p/v) más 1g de benzoato de sodio y suero de leche 20% (p/v) más 1g de benzoato de sodio.

4.11.2. Recubrimientos más benzoato de sodio en frutilla

En este ensayo se puede observar en el análisis de Chi-cuadrado que el único tratamiento que muestra diferencia significativa en comparación con el tratamiento que solo tenía fungicida (BS) fue el que contenía quitosano (Q+BS), que obtuvo únicamente 4 frutos con severidad en grado 5:51-100%, lo que indica que la presencia del quitosano potencia la acción del fungicida contra el moho. Los demás tratamientos no mostraron diferencia significativa en comparación con el fungicida (BS). Sin embargo, los tratamientos con quitosano (Q+BS), y suero de leche (SL+BS) mostraron diferencia significativa con el control (C), presentando menor severidad e incidencia de mohos. En cuanto al porcentaje de incidencia se puede observar que, en este caso, la mayoría de los tratamientos se vieron afectados por moho, teniendo un porcentaje de 95% a 100%.

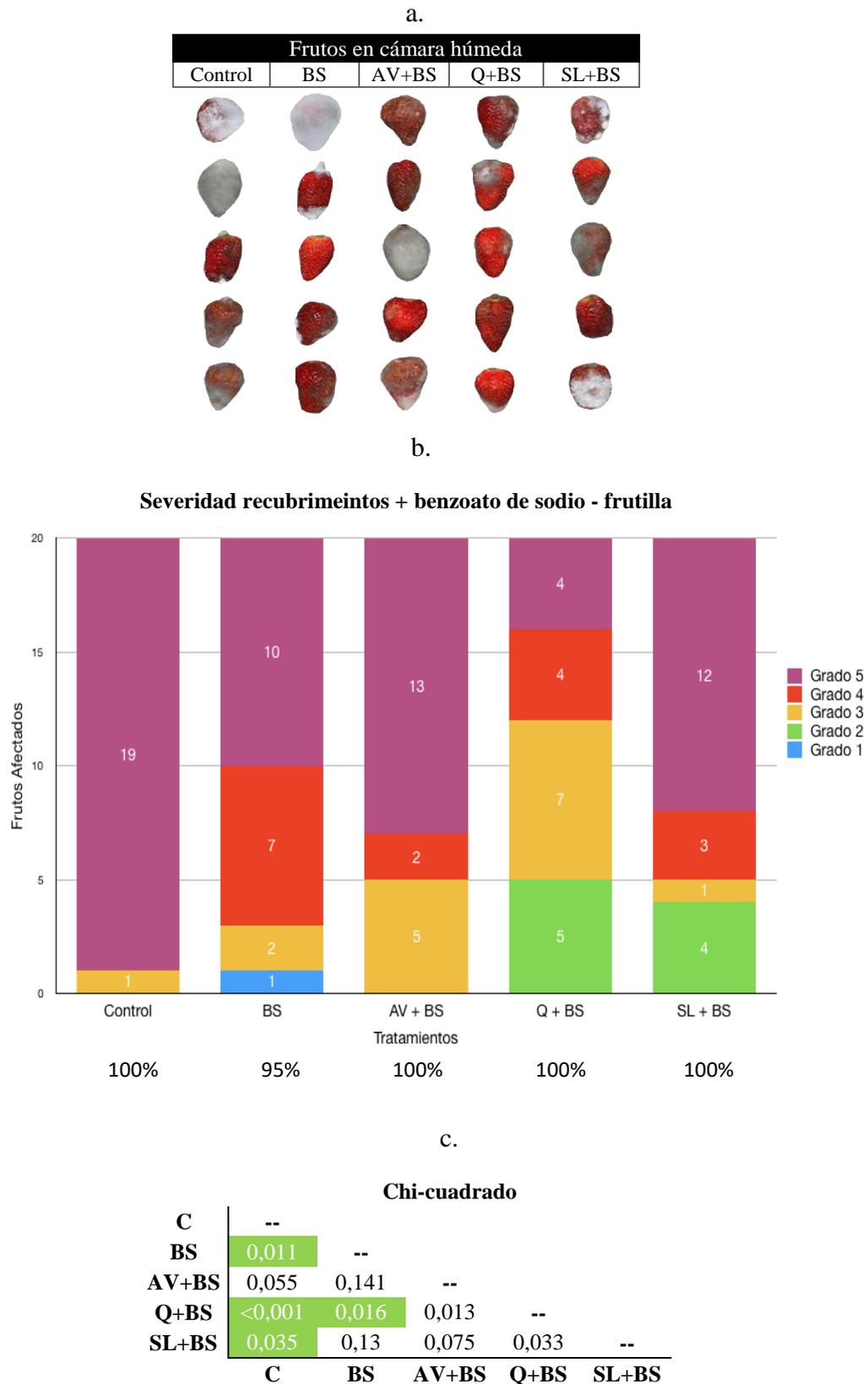
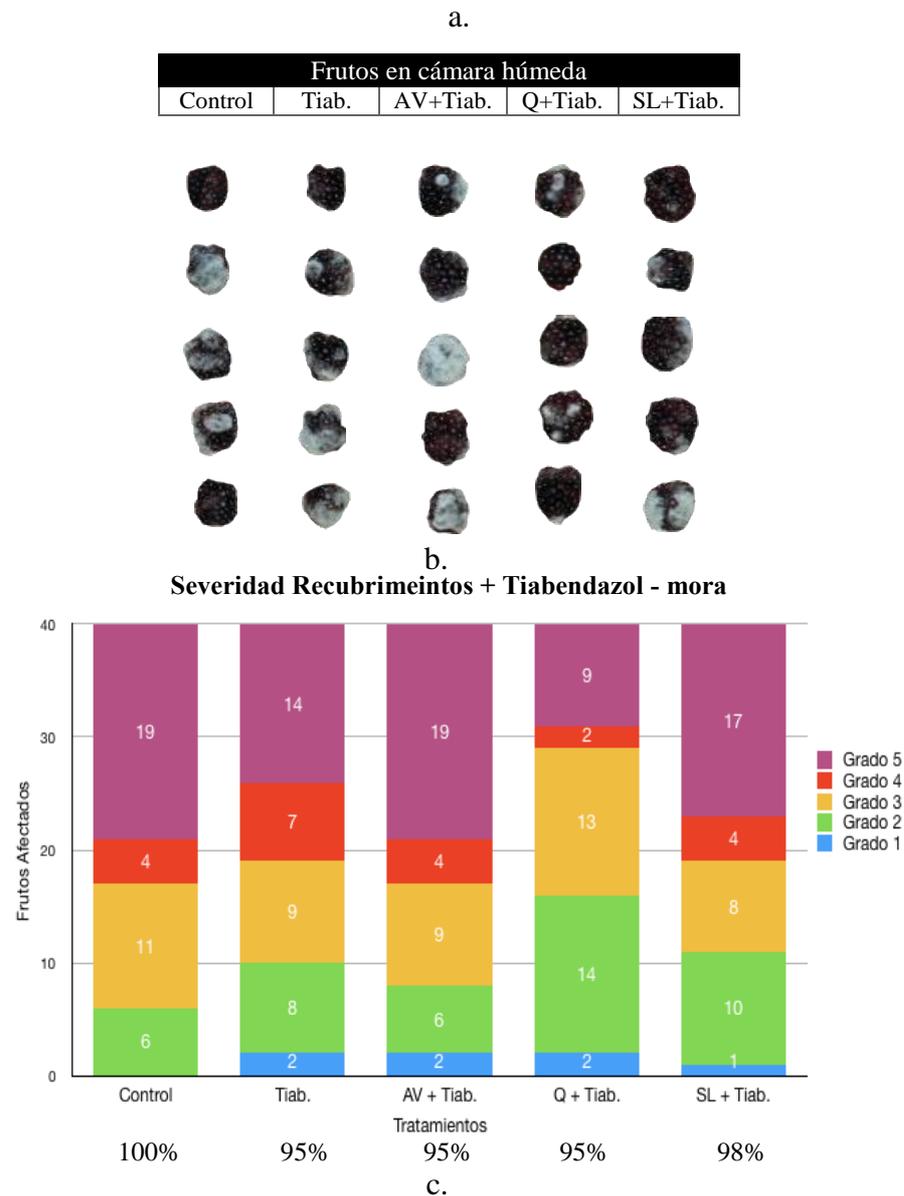


Figura 5: Severidad e incidencia de recubrimientos con benzoato de sodio en frutilla. 5a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 5b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 5c. análisis de chi-cuadrado entre todos los tratamientos. De izquierda a derecha: control, benzoato de sodio 1g/l, Aloe vera 50% (v/v) más 1g de benzoato de sodio, quitosano 10% (p/v) más 1g de benzoato de sodio y suero de leche 20% (p/v) más 1g de benzoato de sodio.

4.11.3. Recubrimientos más fungida químico Tiabendazol como ingrediente activo en mora

En este ensayo realizado en mora se puede observar que ningún tratamiento mostró diferencia significativa frente al fungicida (Tiab.), y el único tratamiento que mostró diferencia significativa frente al control (C) fue el del quitosano (Q+Tiab.) que presentó únicamente 9 frutos con severidad en grado 5: 51-100%. En cuanto al porcentaje de incidencia se puede ver que en la mayoría de los tratamientos es 95% o superior, lo que indica que la mayoría de los frutos se ven afectados por mohos, como se observa en la figura 6a



Chi-cuadrado

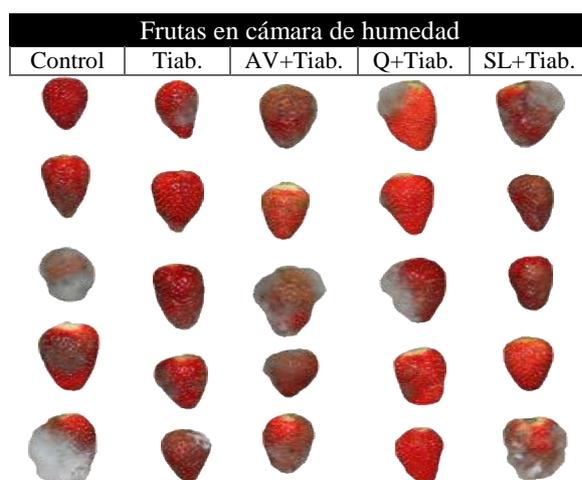
C	--				
Tiab.	0,398	--			
AV+Tiab.	0,699	0,761	--		
Q+Tiab.	0,048	0,183	0,086	--	
SL+Tiab.	0,63	0,787	0,826	0,256	--
C	Tiab.	AV+Tiab.	Q+Tiab.	SL+Tiab.	

Figura 6: Severidad e incidencia de recubrimientos con Mertect en mora. 6a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 6b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 6c. análisis de chi-cuadrado entre todos los tratamientos. De izquierda a derecha: control, tiabendazol 1ml/l, Aloe vera 50% (v/v) más 1ml de tiabendazol, quitosano 10% (p/v) más 1ml de tiabendazol y suero de leche 20% (p/v) más 1ml de tiabendazol.

4.11.4. Recubrimientos más fungida químico Tiabendazol como ingrediente activo en frutilla

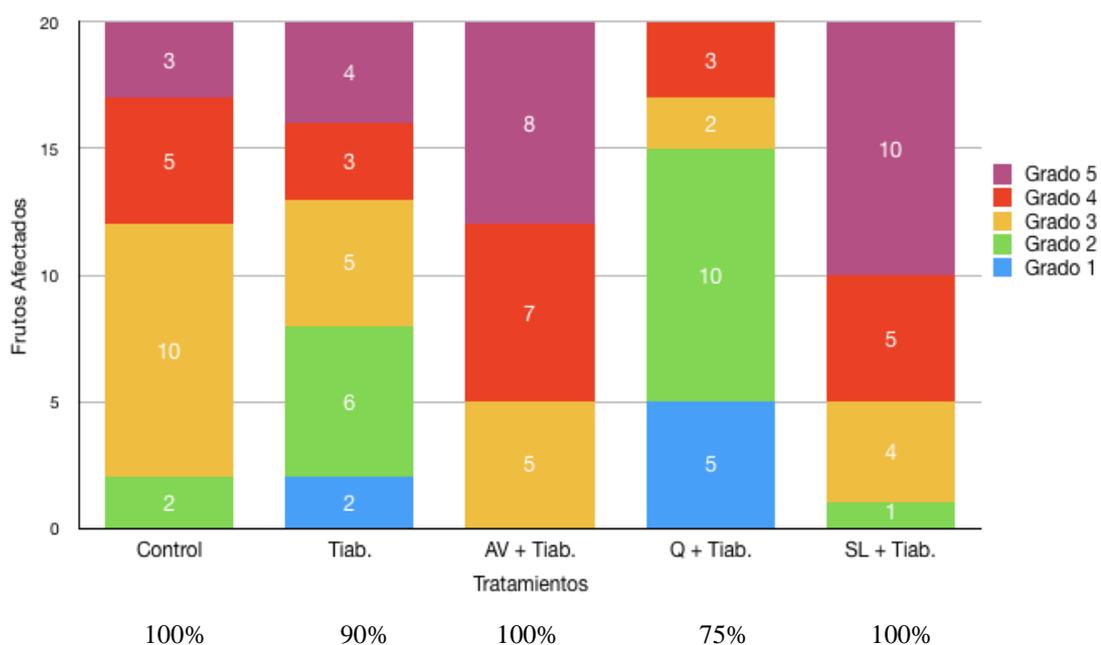
En este ensayo se puede observar que no hay una diferencia significativa positiva entre los tratamientos con fungicida (Tiab.), sin embargo, en tratamiento con quitosano (Q+Tiab.) mostró menor severidad en sus frutos, ya que fue el tratamiento con mayor cantidad de frutos con grado 1: sin lesión, que además tuvo el porcentaje de incidencia más bajo de todos los tratamientos (75%). Por otro lado, el único tratamiento que mostró diferencia significativa con el fungicida (Tiab.) fue el que tenía Aloe vera (AV+Taib.), pero de manera negativa ya que tiene más del 50% de sus frutos con severidad en grado 5: 51-100% y grado 4:26-50%. Si comparamos los tratamientos con en control (C), el único tratamiento que demostró una diferencia significativa fue el tratamiento con quitosano (Q+Tiab.) que se puede observar claramente en las figuras 7a y 7b

a.



b.

Severidad recubrimientos + Tiabendazol - frutilla



c.

Chi-cuadrado

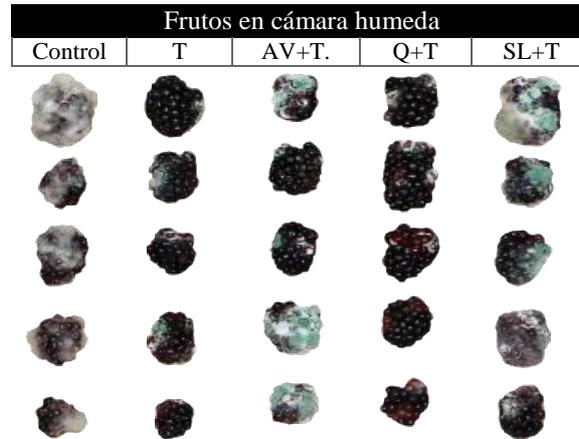
C	Control	Tiab.	AV+Tiab.	Q+Tiab.	SL+Tiab.
Tiab.	--	0,177	--	--	--
AV+Tiab.	0,099	0,027	--	--	--
Q+Tiab.	0,001	0,109	< 0,001	--	--
SL+Tiab.	0,083	0,068	0,644	< 0,001	--

Figura 7: Severidad e incidencia de recubrimientos con Mertect en frutilla. 7a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 7b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 7c. análisis de chi-cuadrado entre todos los tratamientos. De izquierda a derecha: control, tiabendazol 1ml/l, Aloe vera 50% (v/v) más 1ml de tiabendazol, quitosano 10% (p/v) más 1ml de tiabendazol y suero de leche 20% (p/v) más 1ml de tiabendazol.

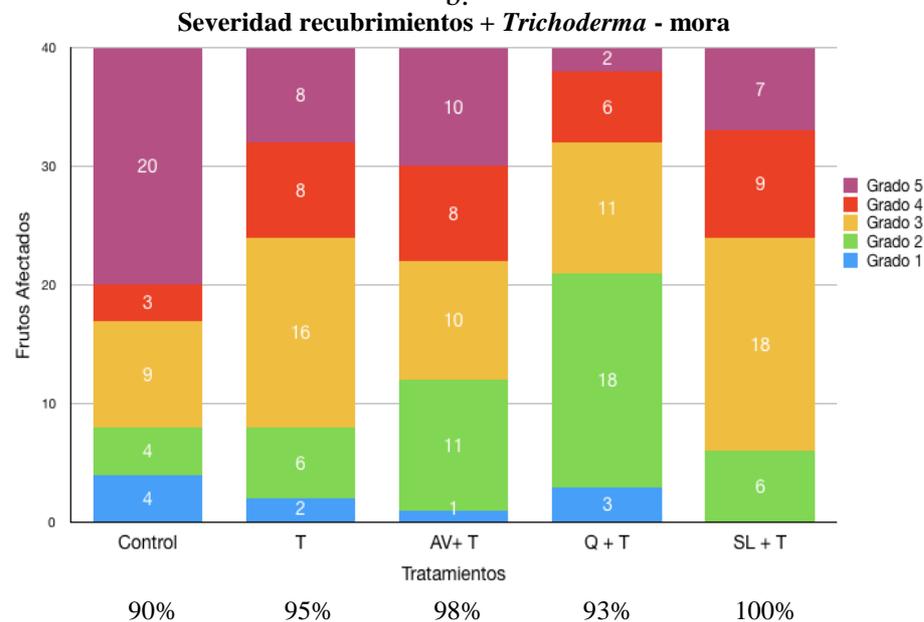
4.12. **Recubrimientos con fungicida biológico *Trichoderma* en mora**

En este ensayo se puede observar que el quitosano (Q+T) fue el único tratamiento que mostró diferencia significativa en comparación con el fungicida (T), tuvo únicamente 2 frutos con severidad en grado 5: 51-100% como se observa en la figura 2a, esta diferencia significativa se puede observar en el análisis de Chi-cuadrado que se observa en la figura 8c. A pesar de que todos los tratamientos presentan un porcentaje de incidencia mayor al 90% el tratamiento con quitosano (Q+T) es el tratamiento con menor porcentaje (93%). Por otro lado, se puede observar que hay diferencia significativa entre los tres tratamientos en comparación con el control (C), lo que indica que cualquier recubrimiento con metabolitos de *Trichoderma* puede disminuir la incidencia y severidad de mohos.

a.



b.



c.

Chi-cuadrado

C	--				
T	0,034	--			
AV+T	0,03	0,492	--		
Q+T	<0,001	0,026	0,079	--	
SL+T	0,002	0,691	0,254	0,007	--
	C	T	AV+T	Q+T	SL+T

Figura 8: Severidad e incidencia de recubrimientos con *Trichoderma* en mora. 8a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 8b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 8c. análisis de chi-cuadrado entre todos los tratamientos. De izquierda a derecha: control, *Trichoderma* 2ml/l, Aloe vera 50% (v/v) más 2ml de *Trichoderma*, quitosano 10% (p/v) más 2ml de *Trichoderma* y suero de leche 20% (p/v) más 2ml de *Trichoderma*.

4.13. Recubrimientos con fungicida biológico *Trichoderma* en frutilla

En este ensayo el único tratamiento que mostró diferencia significativa tanto con el fungicida (T) como con el control (C) fue el tratamiento a base de quitosano (Q+T). Como se puede observar en la figura 9c. este tratamiento no presentó frutos afectados con grados de severidad 5:51-100% y es el que más frutos en grado 1: sin lesión. Por otro lado, este tratamiento muestra el menor porcentaje de incidencia, 75%, en comparación con los otros tratamientos que tienen un porcentaje de incidencia superior o igual a 85%. En cuanto a los tratamientos con suero de leche (SL+T) y Aloe vera (AV+T) se puede observar que no presentaron ninguna diferencia significativa con el fungicida y menos con el control.

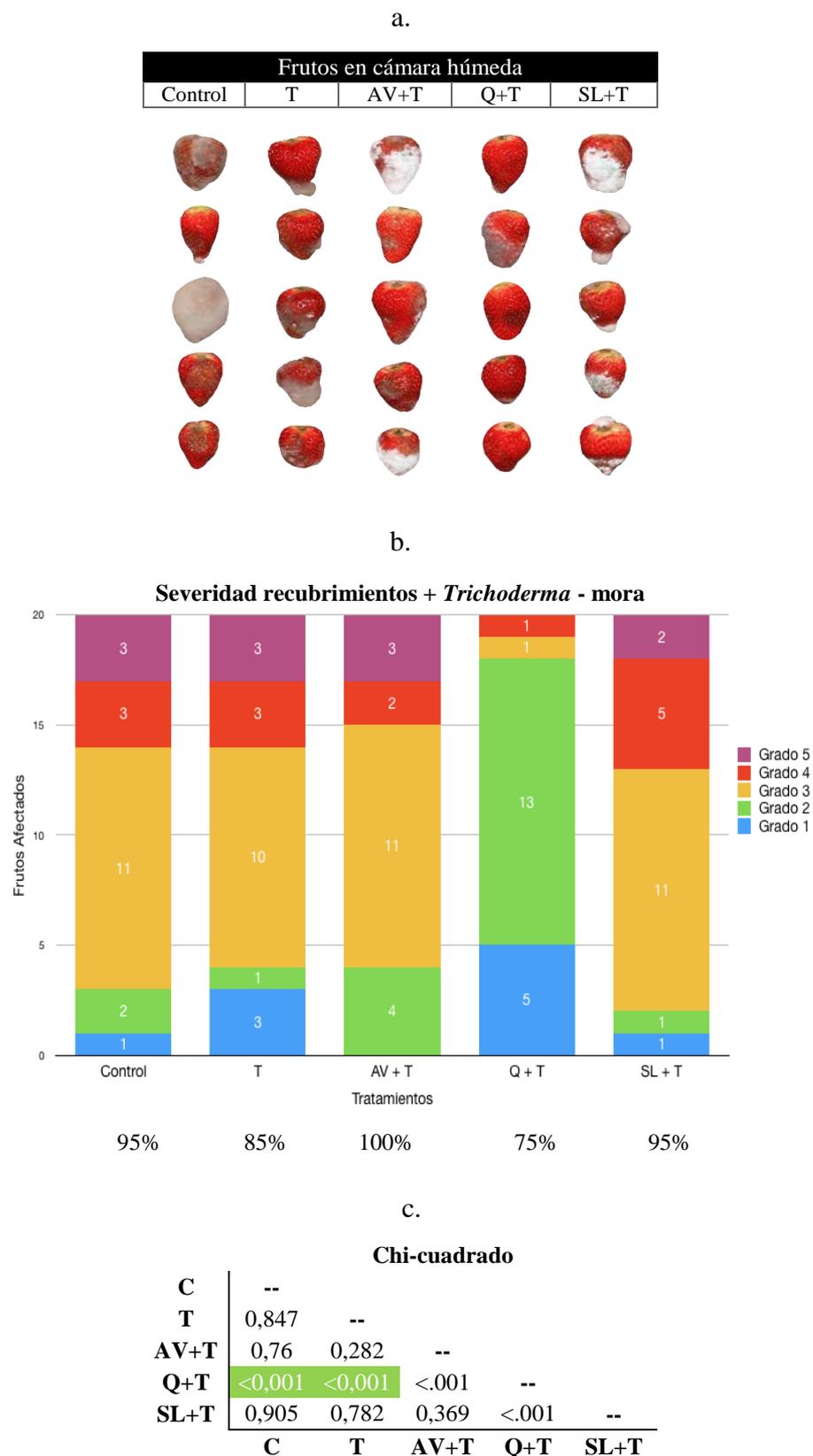


Figura 9: Severidad e incidencia de recubrimientos con *Trichoderma* en frutilla. 9a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 9b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 9c. análisis de chi-cuadrado entre todos los tratamientos. De izquierda a derecha: control, *Trichoderma* 2ml/l, Aloe vera 50% (v/v) más 2ml de *Trichoderma*, quitosano 10% (p/v) más 2ml de *Trichoderma* y suero de leche 20% (p/v) más 2ml de *Trichoderma*.

5.6. Evaluación recubrimiento de quitosano con fungicidas

5.6.1. Mora

Ya que el quitosano fue el tratamiento en todos los ensayos que demostró un bajo grado de severidad y un bajo % de incidencia de mohos, el último ensayo se realizó con el fin de determinar con qué fungicida el quitosano puede interactuar de mejor manera.

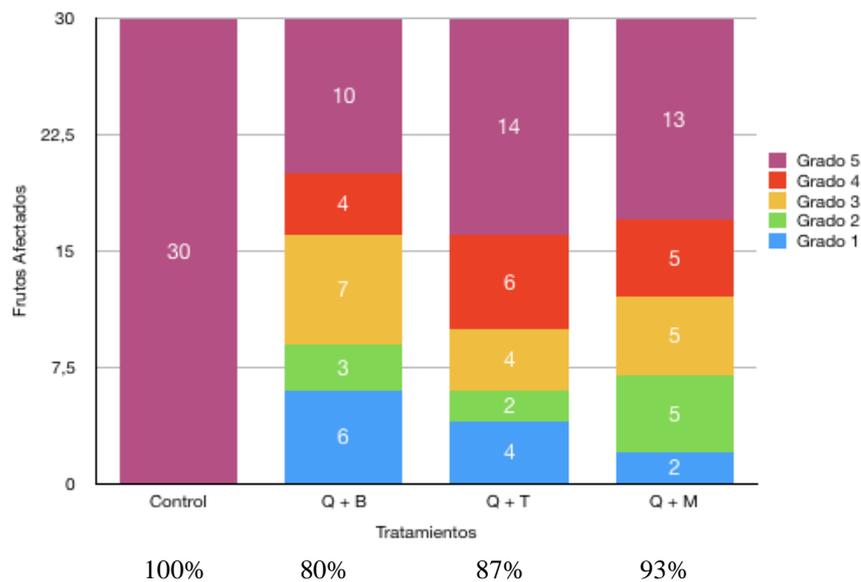
Como resultado de este ensayo en el análisis de chi-cuadrado no se pudo observar ninguna diferencia significativa entre el control y los tratamientos, pero, se pudo observar que el quitosano con el benzoato de sodio fue el tratamiento que presentó menor cantidad de frutos con grado de severidad 5 y mayor cantidad de frutos con grado de severidad 1. Por otro lado, su porcentaje de incidencia fue de 80%, más baja que los otros tratamientos. En segundo lugar, el tratamiento que presentó menor severidad fue el de quitosano más Tiabendazol 42,9% y por último el tratamiento con *Trichoderma*, sin embargo, no se mostró una diferencia significativa entre estos dos tratamientos.

a.



b.

Severidad recubrimientos con quitosano + fungicidas



c.

Chi-cuadrado

C	--			
Q + B	0,086	--		
Q + T	0,447	0,647	--	
Q + Tiab.	0,254	0,503	0,701	--
	C	Q + B	Q + T	Q + Tiab.

Figura 10: Severidad e incidencia de tratamientos con quitosano más fungicidas. 10a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 10b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 10c. análisis de chi-cuadrado entre tratamientos. De izquierda a derecha: control, quitosano 10% (p/v) más 1g de benzoato de sodio, quitosano 10% (p/v) más 2ml de *Trichoderma* y quitosano 10% (p/v) más 1ml de tiabendazol.

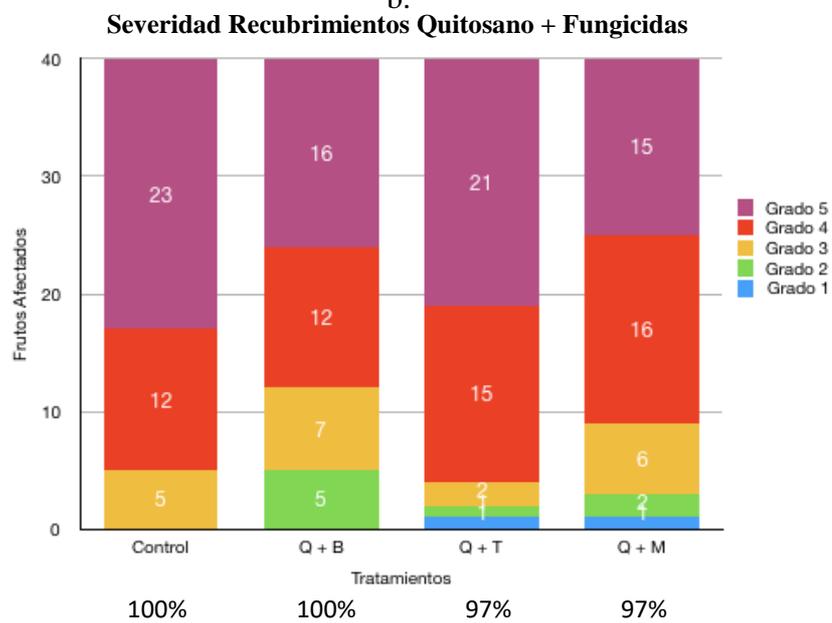
5.6.2. Frutilla

En el caso de los ensayos realizados en frutilla se puede observar que todos los tratamientos tuvieron diferencia significativa con respecto al control, sin embargo, como se puede observar en la figura 11 los tratamientos que presentaron menor cantidad de frutos con grados 5 y 4 fueron los tratamientos con quitosano más fungicida con tiabendazol y quitosano más benzoato de sodio. No existe diferencia significativa entre estos tratamientos, pero si los comparamos con el tratamiento de quitosano más *Trichoderma* si se puede ver una diferencia en cuanto a la severidad del moho presente en los frutos y se puede ver que el tratamiento que se acerca más a ser significativamente diferente en comparación con el de *Trichoderma* es el del benzoato de sodio más quitosano. En cuanto al porcentaje de incidencia se puede observar que no hay mayor diferencia sin embargo los tratamientos que presentan menor porcentaje fueron los de quitosano más *Trichoderma* y quitosano más fungicida con tiabendazol como ingrediente activo.

a.



b.



c.

Chi-cuadrado

C	C	Q + B	Q + T	Q + Tiab.
Q + B	<0,001	--		
Q + T	<0,001	0,114	--	
Q + Tiab.	<0,001	0,563	0,499	--

Figura 11: Severidad e incidencia de recubrimientos con quitosano y fungicidas. 11a. frutos del control y los cuatro tratamientos después de 5 días en la cámara húmeda. 11b. número de frutos afectados por tratamiento y el porcentaje de incidencia en la parte inferior de los tratamientos. 11c. análisis de chi-cuadrado entre tratamientos. De izquierda a derecha: control, quitosano 10% (p/v) más 1g de benzoato de sodio, quitosano 10% (p/v) más 2ml de Trichoderma y quitosano 10% (p/v) más 1ml de tiabendazol.

V. Discusión

5.1. Identificación de mohos:

Los mohos que más afectan los frutos de mora y frutilla en la etapa de postcosecha son *Botrytis* sp., conocido también como “moho gris” y *Rhizopus* sp, estas enfermedades son las que según la investigación que realizó Aguirre (2013) en el en el que muestra que indica que la principal causa de pérdidas de postcosecha tanto en moras como en frutillas son la pudrición por *Botrytis cinerea*, un patógeno común en los frutos que se torna gris conforme esporula y pudrición por *Rhizopus stonolifer*. En cuanto a los resultados obtenidos en microscopía se puede observar las mismas características observadas en el atlas de descripción macroscópica realizado por Arias et al. en el 2008 que describe las placas de *Botrytis* como esclerocios de color negro, redondos de forma irregular que al momento de germinar producen esporas con un cuerpo fructificante, los conidóforos también presentan ramificaciones alternas y las hifas suele ser septadoas con ramificaciones de forma dicótoma. Por otro lado, establece que *Rhizophus* se puede observar hifas no pareadas que producen esporas asexuales de color negro, que se pueden observar tanto en la fruta afectada como en en el microscopio.

5.2. Puntos de madurez de la mora

Los frutos inmaduros de mora presentan mayor % de acidez y menor contenido de sólidos solubles que los frutos maduros que contienen más contenido de sólidos solubles y menor % de acidez. En estudios preliminares se demostró que los frutos en punto de madurez 1 tiene una acidez de 3,41, los de punto de madurez 2 una acidez de 3,23 y los puntos de madurez 3 una acidez de 2,25, Que coinciden con los resultados obtenidos. En cuanto a los grados Brix se puede observar en este estudio que los frutos con punto de madurez 1 es de 1,30, los frutos con punto de madurez 2 es de 2, 15 y los frutos con punto

de madurez 3 tienen 3,57. Es decir el nivel de acidez disminuye y la cantidad de sólidos solubles aumenta conforme el fruto madura (Ayala, *et al.* 2013).

5.3. Evaluación de recubrimientos naturales

Las dosis más efectivas tanto para la mora como para la frutilla fueron: Aloe vera al 50% que coincide con el estudio de Zuñiga (2016) en el que evaluó la concentración de Aloe vera al 75%, 50% y 25%, en el cual se determinó que la única dosis que no presentaba resultados positivos para el control de mohos fue el Aloe al 25% mientras que los tratamientos con Aloe vera al 50% y 75% si mostraban eficiencia para el control de mohos. Otra dosis que mostró buenos resultados fue el quitosano al 10%(p/v) que coincide con un estudio realizado por Guamushig (2017) que demuestra que el quitosano no solo posee propiedades antifúngicas para el control de mohos, sino que este compuesto permite conservar las características fisicoquímicas del alimento y ayuda a mantener la tonalidad del mismo con el paso del tiempo, mejorando su calidad y su presentación para ser comercializado; y suero de leche 20%(p/v), el resultado obtenido se compara con el estudio realizado por Pérez *et al.* (2005) que elaboran un recubrimiento a base de suero de leche, hidroxipropil metilcelulosa, cera de abeja y carnauba, para cubrir trozos de fresa demostraron una reducción en el oscurecimiento enzimático y la presencia de mohos.

5.4. Fungicidas

El benzoato de sodio mostró una buena capacidad para el control de mohos tanto en la mora y la frutilla a una concentración de 1 g/l. Este resultado se asemeja al obtenido Adarme *et al.* en el 2008, en el cual el benzoato de sodio demostró inhibición del crecimiento de levaduras y mohos en aceitunas, este estudio también demostró que la presencia del benzoato de sodio no influencia en las características organolépticas de la aceituna.

La eficiencia que presenta la *Trichoderma* para el control de *Botrytis* sp. que en el estudio realizado demostró disminuir la incidencia y severidad del hongo concuerda con el estudio realizado por Guamán en el 2017 el cual utiliza la cepa de *T. harzianum* como alternativa para el control biológico de esta enfermedad, registrando un 73,80% de frutos sanos después de 14 días tras la aplicación de *Trichoderma*. Por otro lado, Borrero (2014) demostró que las cepas de *T. harzianum* y *T. viride* tienen capacidad antagónica y son altamente agresivos en cuanto a la competencia por espacio de los hongos *Aspergillus* sp. *Rhizopus* sp. y *Mucor petrinsularis*, inhibiendo su crecimiento.

VI. Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones:

- 6.1.1. Los mohos que más afectan los frutos de mora y frutilla en la etapa de postcosecha son *Botrytis* sp., conocido también como “moho gris” y *Rhizopus* sp.
- 6.1.2. Los frutos inmaduros de mora presentan mayor % de acidez y menor contenido de sólidos solubles que los frutos maduros que contienen más contenido de sólidos solubles y menor % de acidez.
- 6.1.3. Se pudo observar que el punto de madurez si influye en el nivel de incidencia y severidad de mohos. Los frutos que están en punto de madurez 1, es decir inmaduros, no presentaron presencia de mohos. Mientras que los frutos maduros, en punto de madurez 3, se vieron afectados por mohos en un 100%.
- 6.1.4. Las dosis más efectivas tanto para la mora como para la frutilla fueron Aloe vera 50%, quitosano 10%(p/v) y suero de leche 20%(p/v). Los cuales mostraron menor severidad e incidencia de mohos en los frutos.
- 6.1.5. El tratamiento que tuvo menor grados de severidad y menor porcentaje de incidencia, tanto en mora como en frutilla, fue el que tenía quitosano al 10% (p/v). También fue el único tratamiento que en la mayoría de los ensayos demostró potenciar los fungicidas.
- 6.1.6. En el caso de la mora no se mostró ninguna diferencia significativa entre los fungicidas con el quitosano y el control, pero el tratamiento que presentó menor severidad e incidencia fue que tenía quitosano y benzoato de sodio. Por otro lado, en la frutilla se observó que todos los tratamientos presentaron diferencia

significativa con el control, pero los mejores tratamientos fueron los que tenían quitosano y benzoato de sodio y tiabendazol.

6.2. Recomendaciones:

- 6.2.1.** Utilizar el método de microcultivo que es más preciso y permite la observación e identificación de estructuras fúngicas in situ sin distorsión o alteración. Para este método se debe sembrar el hongo que esporuló en el tejido de las frutas en medio Agar Papa Dextrosa (PDA) con 3 o 4 gotas de ácido láctico para evitar el desarrollo de bacterias e incubarlo durante cinco días a 25 °C. Este método permite identificar el género y la especie de los hongos que es más difícil obtener con la técnica de cinta pegante.
- 6.2.2.** Se puede establecer una escala de color de mora más amplia como la que presenta el INEN en el 2010. También se puede realizar la medición del color a través de un colorímetro digital que puede medir la escala de colores rojo, verde y azul (en una escala de 0 a 2500 para cada color) y no de forma visual que depende mucho de la persona que realice la medición en base a la escala.
- 6.2.3.** Medir la acidez titulable de los puntos de madurez en la mora después de cinco días, para ver si esta acidez se mantiene conforme la fruta madura.
- 6.2.4.** Utilizar otro método para medir la severidad del moho en mora que sea más precisa como la fórmula en porcentaje que se utiliza en diferentes estudios en donde se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% \text{Severidad} = \frac{\text{Área del tejido afectado}}{\text{Área total del tejido}} \times 100.$$

Esto debido a que a pesar de que se logró obtener la severidad con la escala utilizada es más difícil la observación en mora debido al tamaño de los frutos.

6.2.5. Evaluar la efectividad del recubrimiento no solo por la severidad e incidencia de mohos que presenta sino también por parámetros fisicoquímicos como: pérdida de peso y dureza, sólidos solubles, acidez titulable, índice de respiración y transpiración de los frutos y determinar si la presencia del recubrimiento interfiere en las características organolépticas de los frutos.

VII. Anexos

Anexo 1: Escala visual para la severidad de frutilla y mora

Rango de severidad frutilla

Rango de Severidad			
1	Sin lesión		
2	1-10%		
3	11-25%		
4	26-50%		
5	51-100%		

Rango de severidad mora

Rango de Severidad			
1	Sin lesión		
2	1-10%		
3	11-25%		
4	26-50%		
5	51-100%		

Anexo 2: Ensayos preliminares de recubrimientos en mora y frutilla

Resultados ensayos preliminares de recubrimientos en mora y frutilla

Recubrimientos													RESULTADOS				
Polisacáridos						Proteína	Lípido	Antimicrobiano			Aditivo		Referencias	Mora		Frutilla	
Aloe Vera	Almidón de Yuca	Quitosano Amarillo	Quitosano Blanco	Bacto Agar	Gelatina Agar	Suero de Leche	Cera de Abeja	Aceite de Canela	Aceite de Coco	Aceite de Menta	Acido Láctico	Glicerol		% Incidencia	Severidad	% Incidencia	Severidad
						6 g							(Tamayo, 2011)	85 %	3,35	100 %	2,62
	20 g			10 g				0,5 ml				20 ml	(Ruiz et al. 2016)	75 %	3,05	100 %	3,25
50 %												0,75 ml	(Ramírez et al. 2013)	90 %	3,1	75 %	3,37
		1,8 g									8,75 ml	0,5 ml	(Fernández et al. 2017)	85 %	3,2	100 %	3,5
	20 g			10 g					0,5 ml			20 ml	(Ruiz et al. 2016)	90 %	3,4	100 %	3,5
100 %													*(Herrera, 2015)	-	-	100 %	3,55
						20 g							*(Tamayo, 2011)	72 %	2,78	90 %	3,9
	2 g		5 g					0, 15 ml					*(Castro et al. 2017)	86 %	2,92	95 %	3,95
100 %														80 %	-	100 %	4
50 %													(Piedrahita et al. 2016)	60 %	2,85	100 %	4,05
	2 g	5 g						0,15 ml					*(Castro et al. 2017)	80 %	2,95	95 %	4,2
30 %						6 g							(Restrepo, 2010)	75 %	3,55	100 %	4,3
	20 g				10 g			0, 15 ml				20 ml	(Ruiz et al. 2016)	81 %	2,72	100 %	4,35
30 %			2 g										(Kessel, 2018)	55 %	2,75	96 %	4,5
30 %													*(Herrera, 2015)	-	2,95	100 %	4,6
					20 g							1,6 ml	(Ruiz et al. 2016)	96 %	3,98	100 %	4,65
												95 %		-	-	100 %	5
60 %													*(Herrera, 2015)	60 %	3,55	-	-

Anexo 3: Dosis de recubrimientos y referencias

Dosis de recubrimientos aplicados en mora

	Dosis 1	Dosis 2		Referencias
Aloe Vera	50 %			(Ramirez, 2012), (Quintero, 2016)
Quitosano	1 %	10g	1,5g	(Guamushig, 2017), (Freire, 2017), (Luna, 2012)
Suero de Leche	10g	7-13%		(Armijos, 2015), Herrera, et al. s.f), (Galieta, et al., 2004)
Glicerol	3 %	10 ml	3-9%	(Quintero, 2016), Guamushig, 2017), (Freire, 2017)
Tween 80	1 %			(Quintero, 2016)

Dosis de recubrimientos aplicados en frutilla

	Dosis 1	Dosis 2		Referencias
Aloe Vera	50 %	75 %		(Zuñiga, 2016), (Fernandez, et al. 2017)
Quitosano	2 g	18,75 g	1,5g	(Kessel, 2018), (Fernandez, et al. 2017), (Luna, 2012)
Suero de Leche	10 %	7-13%		(López, 2015), Herrera, et al. s.f), (Galieta, et al., 2004)
Glicerol	1 %	3-9%	10 %	(Trejo, et al. 2007)
Tween 80	1 %			(Trejo, et al. 2007)

Anexo 4: Compuestos utilizados para la elaboración de recubrimientos

Compuestos utilizados para la elaboración de recubrimientos

Compuesto	Antimicrobiano	Recubrimiento			Aditivos			Referencias
		Polisacárido	Proteína	Lípidos	Plastificante	Surfactante	Sal	
Aceite de canela	x							(Miramont, 2012)
Aceite de clavo	x							(Miramont, 2012)
Aceite de romero	x							(Miramont, 2012)
Acido acético	x							Ramos, et al. 2012)
Ácido ascórbico	x							(Vasquez et al., 2013)
Ácido oleico				x				(Vasquez et al., 2013)

Alginato		x					(Vasquez et al., 2013)
Alginatos		x					(Vasquez et al., 2013)
Alginato de Sodio	x					x	Vasquez et al., 2013)
Almidón de Maíz		x					(Quintero et al, 2010)
Almidón de Yuca		x					(Ruiz et al, 2016)
Aloe Vera	x	x	x				(Vasquez et al., 2013)
Carboximetilcelulosa		x					(Quintero et al, 2010)
Carragenina		x					(Vasquez et al., 2013)
Caseína			x				(Quintero et al, 2010)
Celulosa		x					(Vasquez et al., 2013)
Cera de Abeja				x			(Vasquez et al., 2013), (Quintero et al, 2010)
Cera de carnauba				x			(Vasquez et al., 2013)
Derivados de Almidón		x					(Vasquez et al., 2013)
Dextrano		x					(Domínguez, et al. 2012)
Etilcelulosa		x					(Quintero et al, 2010)
Extracto Aceite de Ajo	x						Ramos, et al. 2012)
Extracto de Alcachofa	x						(Ramos, et al. 2012)
Extracto de Rosas	x						Ramos, et al. 2012)
Galactomananos		x					(Quintero et al, 2010)
Gelatina		x					(Vasquez et al., 2013)
Gelato		x					(Vasquez et al., 2013)
Glicerol					x		Vasquez et al., 2013)
Gluten de trigo			x				(Vasquez et al., 2013)
Goma de mezquite		x					(Quintero et al, 2010)
Goma gellan		x					(Domínguez, et al. 2012)
Goma guar		x					(Quintero et al, 2010)
Goma policaju		x					(Quintero et al, 2010)

Goma tragacanto		x						(Vasquez et al., 2013), (Quintero et al, 2010)
Goma xantina		x						(Domínguez, et al. 2012)
Hidratos de Carbono		x						(Vasquez et al., 2013)
Pectinas		x	x					(Vasquez et al., 2013)
Polietilenglicol					x			(Domínguez, et al. 2012)
Proteína de Leche	x		x					(Vasquez et al., 2013)
Quitosano	x	x						(Vasquez et al., 2013), Ramos, et al. 2012)
Sorbato de Potasio	x						x	(Vasquez et al., 2013), Ramos, et al. 2012)
Sorbato de Sodio	x						x	Ramos, et al. 2012)
Sorbitos					x			(Domínguez, et al. 2012)
Soya			x					(Vasquez et al., 2013)
Tween 60							x	(Quintero et al, 2010)
Tween 80							x	(Quintero et al, 2010)

Anexo 5: Análisis estadístico de índices de madurez de la mora

- **Acidez Titulable**

Tabla 7: ANOVA % de acidez

ANOVA - % Acidez					
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Punto de Madurez	3.920	2	1.960	272.2	< .001
Residual	43	6	7		

Tabla 8: Prueba de Tuckey del % de acidez

Post Hoc Comparisons - Punto de Madurez					
		Mean Difference	SE	t	p tukey
1	2	1.000	69	14.434	< .001
	3	1.600	69	23.094	< .001
2	3	600	69	8.660	< .001

- **Grados Brix**

Tabla 9: ANOVA de los grados brix del día 1

ANOVA - Día 1					
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Punto de Madurez	56.192	2	28.096	321.1	< .001
Residual	2.100	24	87		

Tabla 10: Prueba de Tukey de los grados brix del día 1

Post Hoc Comparisons - Punto de Madurez						
		Mean Difference	SE	t	Cohen's d	p tukey
1	2	-1.811	139	-12.99	-16.868	< .001
	3	-3.533	139	-25.34	-9.950	< .001
2	3	-1.722	139	-12.35	-4.874	< .001

Tabla 11: ANOVA de los grados brix del día 5

ANOVA - Día 5					
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Punto de Madurez	43.401	2	21.700	465.9	< .001
Residual	1.118	24	47		

Tabla 12: Prueba de Tukey de los grados brix del día 5

Post Hoc Comparisons - Punto de Madurez						
		Mean Difference	SE	t	Cohen's d	p tukey
1	2	-1.711	102	-16.82	-12.315	< .001
	3	-3.100	102	-30.47	-12.540	< .001
2	3	-1.389	102	-13.65	-5.703	< .001

Tabla 13: Prueba de t pareada entre los grados brix del día 1 y día 5

Paired Samples T-Test				
		t	df	p
Día 1	Día 5	1.720	26	0,097

Anexo 6: Tablas de contingencia

Tabla 14: Tabla de contingencia índices de madurez de la mora

Punto de Madurez	Severidad					Total	% Incidencia	
	1	2	3	4	5			
1	19	1	0	0	0	20	1	5 %
2	10	6	4	0	0	20	10	50 %
3	0	2	2	3	13	20	20	100 %
Total	29	9	6	3	13	60		

Tabla 15: Tabla de contingencia ensayo dosis 1 y 2 en mora

Tratamiento	Severidad					Total	% Incidencia	
	1	2	3	4	5			
Control	0	1	2	2	10	15	15	100 %
AVD1	0	4	3	4	4	15	15	100 %
AVD2	0	3	1	2	9	15	15	100 %
QD1	0	2	6	3	4	15	15	100 %
QD2	0	5	6	2	2	15	15	100 %
SLD1	0	1	4	5	5	15	15	100 %
SLD2	0	2	4	4	5	15	15	100 %
Total	0	18	26	22	39	105		

Tabla 16: Tabla de contingencia ensayo dosis 1 y 2 en frutilla

Tratamiento	Severidad					Total	% Incidencia	
	1	2	3	4	5			
Control	0	0	4	4	7	15	15	100 %
AVD1	0	2	4	5	4	15	15	100 %
AVD2	1	0	3	1	10	15	14	93 %
QD1	3	3	4	2	3	15	12	80 %
QD2	4	3	4	1	3	15	11	73 %
SLD1	1	1	1	4	8	15	14	93 %
SLD2	0	0	3	4	8	15	15	100 %
Total	9	9	23	21	43	105		

Tabla 17: Tabla de contingencia ensayo recubrimientos más Trichoderma en frutilla

Tratamiento	Severidad					Total	% Incidencia	
	1	2	3	4	5			
Control	1	2	11	3	3	20	19	95 %
T	3	1	10	3	3	20	17	85 %
AV + T	0	4	11	2	3	20	20	100 %
Q + T	5	13	1	1	0	20	15	75 %
SL + T	1	1	11	5	2	20	19	95 %
Total	10	21	44	14	11	100		

Tabla 18: Tabla de contingencia ensayo recubrimientos más *Trichoderma* en mora

Tratamiento	Severidad					Total	% Incidencia	
	1	2	3	4	5			
Control	4	4	9	3	20	40	36	90 %
T	2	6	16	8	8	40	38	95 %
AV+ T	1	11	10	8	10	40	39	98 %
Q + T	3	18	11	6	2	40	37	93 %
SL + T	0	6	18	9	7	40	40	100 %
Total	10	45	64	34	47	200		

Tabla 19: Tabla de contingencia recubrimientos más benzoato de sodio en frutilla

Tratamiento	Severidad					Total	% Incidencia	
	1	2	3	4	5			
Control	0	0	1	0	19	20	20	100 %
BS	1	0	2	7	10	20	19	95 %
AV + BS	0	0	5	2	13	20	20	100 %
Q + BS	0	5	7	4	4	20	20	100 %
SL + BS	0	4	1	3	12	20	20	100 %
Total	1	9	16	16	58	100		

Tabla 20: Tabla de contingencia recubrimientos más benzoato de sodio en mora

Tratamiento	Severidad					Total	% Incidencia	
	1	2	3	4	5			
Control	0	4	7	10	19	40	40	100 %
BS	4	10	10	5	11	40	36	90 %
AV + BS	2	7	14	4	13	40	38	95 %
Q + BS	6	9	13	3	9	40	34	85 %
SL + BS	4	7	11	5	13	40	36	90 %
Total	16	37	55	27	65	200		

Tabla 21: Tabla de contingencia recubrimientos más Tiabendazol 42,9% en frutilla

Tratamiento	Severidad					Total	% Incidencia	
	1	2	3	4	5			
Control	0	2	10	5	3	20	20	100 %
M	2	6	5	3	4	20	18	90 %
AV + M	0	0	5	7	8	20	20	100 %
Q + M	5	10	2	3	0	20	15	75 %
SL + M	0	1	4	5	10	20	20	100 %
Total	7	19	26	23	25	100		

Tabla 22: Tabla de contingencia recubrimientos más Tiabendazol 42,9% en mora

Tratamiento	Severidad					Total	% Incidencia	
	1	2	3	4	5			
Control	0	6	11	4	19	40	40	100 %
M	2	8	9	7	14	40	38	95 %
AV + M	2	6	9	4	19	40	38	95 %
Q + M	2	14	13	2	9	40	38	95 %

SL + M	1	10	8	4	17	40	39	98 %
Total	7	44	50	21	78	200		

Tabla 23: Tabla de contingencia recubrimientos con quitosano más fungicidas en frutilla

Tratamientos	Severidad					Total	% Incidencia	
	1	2	3	4	5			
Control	0	0	5	12	23	40	40	100 %
Benzoato	0	5	7	12	16	40	40	100 %
Tricoderma	1	1	2	15	21	40	39	97,5 %
Mertect	1	2	6	16	15	40	39	97,5 %
Total	2	8	20	55	75	160		

Tabla 24: Tabla de contingencia recubrimientos con quitosano más fungicidas

Tratamientos	Severidad					Total	% Incidencia	
	1	2	3	4	5			
Control	0	0	0	0	30	30	30	100 %
Benzoato	6	3	7	4	10	30	24	80 %
Tricoderma	4	2	4	6	14	30	26	87%
Mertect	2	5	5	5	13	30	28	93 %
Total	12	10	16	15	67	120		

VIII. Referencias

- Arias, E., Piñeros, P. (2008). Aislamiento e identificación de hongos filamentosos de muestra de suelo de los paramos de Guasca y Cruz Verde. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. Obtenido de: <https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis226.pdf>
- Morales, C. (2017). Manual de manejo agronómico de la frutilla. Instituto de Desarrollo Agropecuario. Santiago, Chile. Obtenido de: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/17%20Manual%20Frutilla.pdf>
- Undurraga, P., Vargas, S. (2013). Manual de Frutilla. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillán, Chile. Obtenido de: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39084.pdf>
- Muñoz, S., Naranjo, J. (2012). Caracterización de las propiedades físico químicas y estudio de los atributos de calidad en el comportamiento pos cosecha de dos variedades de frutilla (*Fragaria chilloensis*) en la provincia de Imbabura. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. Obtenido de: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1968/1/03%20EIA%20321%20TESIS%20CARACTERIZACIÓN.pdf>
- Franco, G., Giraldo, M. (2017). El Cultivo de Mora. Cosecha, manejo postcosecha, comercialización y la agroindustria de la mora. Proyecto de transferencia de tecnología sobre el cultivo de mora. Obtenido de: [file:///C:/Users/cami_/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/Cultivo%20de%20la%20mora%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/cami_/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/Cultivo%20de%20la%20mora%20(1).pdf)

- Castro, J., Cerdas, M. (2005). Mora (*Rubus* spp). Cultivo y Manejo Poscosecha. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Consejo Nacional de Producción. San José, Costa Rica. Obtenido de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8862.pdf>
- Montalvo, D. (2010). Evaluación de la calidad poscosecha de las accesiones seleccionadas de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) provenientes de las provincias de Tungurahua y Bolívar. Escuela Politécnica Nacional. Quit, Ecuador. Obtenido de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2653/1/CD-3336.pdf>
- Vázquez, M., Guerrero, J. (2013). Recubrimientos de frutas con biopelículas. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental. Universidad de las Américas de Puebla. México. Obtenido de: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Vazquez-Briones-et-al-2013.pdf>
- Quintero, C., Falguera, V., Muñoz, H. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. Revista Tumbia. Obtenido de: [file:///C:/Users/cami_/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/Dialnet-PeliculasYRecubrimientosComestiblesImportanciaYTendencia3628239%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/cami_/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/Dialnet-PeliculasYRecubrimientosComestiblesImportanciaYTendencia3628239%20(1).pdf)
- Cisneros, Z., Krochta, L. (2002). Internal modified atmosphere of coated fresh fruits and vegetables: understanding relative humidity effects. *Journal of Food Science*, 67(8);2792. Obtenido de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.2002.tb09490>.
- Aider, M. (2010). Chitosan for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. *Food Science and Technology*. Obtenido de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364381000040X>
- Castillo, S. Navarro, D., Zapata, P., Guillén, F., Valero, D., Serrano, M., Martínez, D. (2010). Antifungal efficacy of Aloe vera in vitro and its use as preharvest treatment to maintain

postharvest table grape quality. *Postharvest and Technology*. Obtenido de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092552141000089X?via%3DiHub>

Albizú, H., Pangán, M. (2011). Desarrollo de un recubrimiento comestible a base de proteína de suero de leche para queso Cheddar. Zamorano, Honduras. Obtenido de:

<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/48/1/AGI-2011-T002.pdf>

Guédez, C., Cañizález, L., Castillo, C., Olivar, R. (2009). Efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* sobre algunos hongos patógenos postcosecha de la fresa (*Fragaria spp.*). *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*. Obtenido de:

[file:///C:/Users/cami_/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/artículo_redalyc_199416353007%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/cami_/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/artículo_redalyc_199416353007%20(1).pdf)

Masapanta, J. (2014). Estudio del mercado de comercialización de la frutilla en la ciudad de salcedo. Quito, Ecuador. Obtenido de: <https://es.slideshare.net/Jessyk1994/micro-enviar>

Pérez, B. (2015). Últimos avances en recubrimientos comestibles antimicrobianos para fruta entera. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Obtenido de:

<http://www.interempresas.net/Poscosecha/Articulos/144074-Ultimos-avances-en-recubrimientos-comestibles-antimicrobianos-para-fruta-entera.html>

INTAGRI. (2017). Frutos Climatéricos y No Climatéricos. Serie Postcosecha y Comercialización.

Núm. 14. Artículos Técnicos de INTRAGRI. México. 4p

Hernández, S., Barrera, J., Melgarejo, M. (s.f.). IX. Fisiología Poscosecha. Departamento de biología. Universidad de Colombia. Obtenido de:

http://bdigital.unal.edu.co/8545/24/11_Cap09.pdf

NEOKEM. (2015). Benzoato de Sodio: Usos, aplicaciones e información. México. Obtenido de:

<https://www.neokem.mx/benzoato-de-sodio-aplicaciones.pdf>

- Casaca, D. (2016). El Cultivo de Mora (*Rubus glaucus*) (Parte I y II). INFOAGRO. Obtenido de:
https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_mora__parte_i_.asp
- León, E. (2017). Evaluación de eficiencia de dos marcas diferentes de benzoato de sodio en zumo de naranja sobre pruebas microbiológicas. Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
Obtenido de: http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1093/1/MirthaLeón_2017_pdf.pdf
- Villada, J. (2010). Conservadores químicos utilizados en la industria alimentaria. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, México. Obtenido de:
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/456/61581s.pdf?sequence=1>
- Eklund, T. (1985). Inhibition of microbial growth at different pH levels by benzoic and propionic acids and esters of p-hydroxybenzoic acid. *International Journal of Food Microbiology*.
Obtenido de: <https://sci-hub.tw/https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0168160585900352?via%3Dihub>
- Doni, F., Isahak, A., Che Mohd Zain, C., Wan, M. (2014). Physiological and growth response of rice plants (*Oryza sativa* L.) to *Trichoderma* spp. Inoculants. *Research Article*. Obtenido de: <https://amb-express.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s13568-014-0045-8>
- Martínez, B., Infante, D., Reyes, Y. (2013). *Trichoderma* spp. Y su función en el control de plagas en los cultivos. *Artículo Reseña*. Mayabeque, Cuba. Obtenido de:
<http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>.
- Merchán, J., Ferrucho, R., Álvarez, J. (2014). Efecto de dos cepas de *Trichoderma* en el control de *Botrytis cinerea* y la calidad del fruto en fresa (*Fragaria* sp.). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. Colombia. Obtenido de:
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v8n1/v8n1a05.pdf>
- Guamán, J. (2017). Evaluación de *Trichoderma harzianum* Rafai y dos extractos vegetales en mora, fresa y tomate en postcosecha, contra *Botrytis* sp., *Aspergillus* sp., y *Penicillium* sp.

Universidad de Cuenca. Ecuador. Obtenido de:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28201/1/Trabajo%20de%20Titulación.pdf>

Syngenta. (2016). Mertect 500 SC. Bogotá, Colombia. Obtenido de:

https://www.syngenta.com.co/sites/g/files/zhg481/f/mertect_500_sc.pdf

Cassanello, M. (2009). Enfermedades de frutilla y su manejo. Protección Vegetal Hortícola.

Unidad de Fitopatología. Obtenido de:

http://www.pv.fagro.edu.uy/cursos/pvh/DocsPVH/Frutilla_enferm09.pdf

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2015). La mora de Castilla. Quito, Ecuador.

Obtenido de: https://issuu.com/academiaculinaria/docs/manual_el_cultivo_de_la_mora

Banco Central del Ecuador (2013). Centro de información estadística del comercio exterior.

Consulta de totales por N-Andina-País. Obtenido de:

http://www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/seguridad/ComercioExteriorEst.jsp

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2013). Encuesta de Superficie y Producción

Agropecuaria, ESPAC. Obtenido de: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria/>

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (2012). Lista de variedades liberadas por el INIAP. Obtenido de:

http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=346&Itemid=249

Graciela (2018). El cultivo de la frutilla. Camara de Agricultura.

<http://agroecuador.org/index.php/blog-noticias/item/93-el-cultivo-de-la-frutilla>

Mitcham E., Crisosto, C., Kader, A. (2013) Department of Plant Sciences, University of

California, DavisFrutilla. Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha - Postharvest Technology Center - UC Davis

- Frair, M., Yáñez, M., Nieto, D., Vázquez, G. (2003) Hongos Patógenos en Fruto de Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) en Postcosecha. *Revista mexicana de Fitopatología*.
- Arias, J., Jerez, A. (2008). Elaboración de un atlas para la descripción macroscópica y microscópica de hongos fitopatógenos de interés en especies de flores de corte cultivadas en la sabana de Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana facultad de ciencias. Bogotá, Colombia. Obtenido de: <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis223.pdf>
- Martínez A, Beltrán O, Velastegui G, Yáñez W, Valle E (2007). Manual del Cultivo de la Mora de Castilla. Primera ed. Ambato, Ecuador: CFC; 20 p.
- Baraona, M., Sánchez, E. (1992). Fruticultura especial: manzana, melocotón fresa y mora. Fascículo 6. EUNED. San José, Costa Rica. 140 p.
- Baggio, J. (2016). Direct penetration of *Rhizopus stolonifer* into stone fruits causing rhizopus rot. *Planta Pathology* 65, 633-642. Doi: 10.1111/ppa.12434
- Perez, M. (2015). Recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. Centro de Poscosecha (IVIA). Moncada-Valencia. <http://www.horticom.com/pd/imagenes/69/831/69831.pdf>
- Perez, M. (2015). Últimos avances en recubrimientos comestibles antimicrobianos para fruta. Interempresas. Instituto Valenciano de Investigación Agraria. Fundación Agroalimed. <http://www.interempresas.net/Poscosecha/Articulos/144074-Ultimos-avances-en-recubrimientos-comestibles-antimicrobianos-para-fruta-entera.html>
- Ghaouth, A. (1991). Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *Journal of food science*. Volume 56, No 6.
- Ramírez, D. (2012). Conservación de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucilage de pensa de sábila (*Aloe barbadensis*). Universidad Nacional de Colombia. Pg: 45
- Moncayo, C. (2013). Desarrollo de un recubrimiento comestible a partir de un biopolímero para prolongar la vida útil de frutas frescas. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Pg: 17

- Cardenas, J. Patarroyo, A.(2014). Efecto de recubrimientos comestibles a base de goma de gellan, gelatina y caseina sobre la cinetica de deterioro de la mora de castilla. Universidad de Tolima. Facultad de ingenieria agronomica. Pg: 35
- Rolz, C. (2011). Fisiología Post Cosecha de Frutas. Compendio de Características de Calidad, Condiciones de Almacenamiento, Sensibilidad al Frío, Maduración y Desórdenes Fisiológicos. Revista Universidad del Valle de Guatemala, 23: 23-34 p.
- Maqueda, R. (2017). Estudio del impacto del Tiabendazol en el ámbito de la demarcación del Júcar. Universidad Politécnica de Valencia. España. Obtenido de:
https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/89566/01_Memoria.pdf?sequence=1
- Matamoros, G. (1986). La fresa, prácticas de cultivo. Estación experimental Fabio Baudrit. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Chaves, N., Wang, A. (2004). Combate del moho gris (*Botrytis cinérea*) de la fresa mediante *gliocladium roseum*. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Obtenido de:
file:///C:/Users/cami_/Downloads/v28n02_073.pdf
- Iberoam (2002). *Rhizopus stolonifer*. Descripción micológica. Obtenido de: <http://hongos-alergicos.reviberoammicol.com/files/038.PDF>
- Vázquez, M., Guerrero, J. (2013). Recubrimientos de Frutas con Biopelículas. Departamento de Ingeniería Química, Universidad de las Américas Puebla. México. pg. 7-14. Obtenido de:
<http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Vazquez-Briones-et-al-2013.pdf>
- Quintero, C., Falguera, V., Muñoz, H. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencia recientes en la cadena hortofrutícola. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad de Tolima. Colombia. Obtenido de:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3628239.pdf>
- Ramos, O., Fernández, J., Silva, S., Pintado, M., Malcata, X. (2012). Edible Films and Coating from Whey Proteins: A Review on Formulation, and on mechanical and Bioactive

Properties. Universidad Católica Portuguesa. Portugal. Obtenido de:

<https://www.researchgate.net/publication/221977733>

Domínguez, M., Jiménez, M. (2012). Películas comestibles formuladas con polisacáridos: propiedades y aplicaciones. Universidad de las Américas Puebla. México. Obtenido de:

<http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Dominguez-Courtney-et-al-2012.pdf>

Miramont, S. (2012). Recubrimientos elaborados a partir de biopolímeros para el soporte de sustancias con actividad antimicrobiana: caracol y sorbitos. UTN.BA Escuela de Posgrado.

Buenos Aires- Argentina. Obtenido de:

<http://posgrado.frba.utn.edu.ar/investigacion/tesis/MTA-2012-Sofia%20Miramont.pdf>

Ramírez, J., Aristizabal, I., Restrepo, J. (2013). Conservación de Mora de Castilla mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila.

Universidad de Antioquía. Colombia. Obtenido de: <file:ArticuloVitae2013Vol203p172-183.pdf>

Fernández, M., Echeverría, D., Mosquera, S., Paz, S. (2017). Estado actual del uso de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. Universidad de la Rioja. España.

Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15n2/v15n2a15.pdf>

Ruiz, M., Ávila, J., Ruales, J. (2016). Diseño de un recubrimiento comestible bioactivo para aplicarlo en la frutilla (*Fragaria vesca*) como proceso de postcosecha. Escuela Politécnica

Nacional. Quito-Ecuador. Obtenido de:

<http://www.redalyc.org/html/813/81349041015/index.html>

Piedrahita, A., Villegas, C. (2016). Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible en la conservación de las características sensoriales y tiempo de almacenamiento de la mora de

castilla (*Rubus glaucos* Benth.) sin espinas poscosecha. Universidad Tecnológica de

Pereira. Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v20n3/v20n3a3.pdf>

- Tamayo (2011). Composición media y propiedades del Suero de Leche. Universidad Técnica del Norte. Ecuador. Obtenido de:
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/741/4/03%20AGI%20292%20HIPERV%C3%8DNCULOS.pdf>
- Herrera, I. (2015). Evaluación de recubrimientos y fungicidas naturales para el control postcosecha de *Botrytis cinerea* en rosas (*Rosa sp.*) variedad Vendela. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador. Obtenido de:
<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5638/1/122863.pdf>
- Castro, M., Espinoza, V., García, Y., López, M., Molina, R., Lavayen, E. (2017). Recubrimientos comestibles de quitosano, almidón de yuca y aceite esencial de canela para conservar pera. Univerisidad Laica Eloy Alfaro. Manta - Ecuador. Obtenido de:
<file:///Users/camichavez/Downloads/Dialnet-RecubrimientoComestibleDeQuitosanoAlmidonDeYucaYAc-6230436.pdf>
- Zuñiga, D. (2016). Conservación de frutillas (*Fragaria sp.*) mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucilaginoso de Penca Sábila (*Aloe barbadensis Miller*). Universidad del Azuay. Cuenca - Ecuador. Obtenido de:
<http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6138/1/12400.pdf>
- Trejo, A., Ramos, K., Pérez, C. (2007). Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa (*Fragaria vesca L.*) almacenada en refrigeración. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Obtenido de:
<https://www.researchgate.net/publication/242247221>
- Ramírez, D. (2012). Conservación de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila (*Aloe barbadensis Miller*). Universidad Nacional de Colombia. Medellín - Colombia. Obtenido de: <https://www.researchgate.net/publication/259465907>

Quintero, I. (2016). Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible en la conservación de las características sensoriales y tiempo de almacenamiento de la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) sin espinas poscosecha. Universidad tecnológica de Pereira. Colombia.

Obtenido de:

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/7394/664028P613.pdf?sequence=1>

Kessel, A. (2018). Potencialidades del Quitosano para la fresa. Usos en la mejora y conservación de los frutos. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cuba. Obtenido de:

<http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v39n1/ctr20118.pdf>

Fernández, M., Echeverría, D., Mosquera, S., Paz, S. (2017). Estado actual del uso de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. Universidad de la Rioja. España.

Obtenido de:<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15n2/v15n2a15.pdf>

Guamushig, M. (2017). Evaluación del efecto de un recubrimiento con quitosano sobre la calidad poscosecha de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth). Universidad Técnica de

Ambato. Ecuador. Obtenido de:

<http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26307/1/AL%20639.pdf>

Freire, E. (2017). Aplicación de un recubrimiento comestible a base de quitosano sobre la calidad sensorial y microbiológica de moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth). Universidad

Técnica de Ambato. Ecuador. Obtenido de:

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26305/1/AL%20638.pdf>

Luna, Y. (2012). Obtención de quitosano a partir de quinina para su empleo en conservación de frutillas y moras. Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador. Obtenido de:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/427/1/T-UCE-0017-5.pdf>

Cuatin, L., López, D. (2015). Evaluación de un recubrimiento comestible a base de proteínas de suero y cera de abeja sobre la calidad fisicoquímica y organoléptica de Uchuva (*Physalis*

peruana). Universidad de Nariño. Obtenido de:

<http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90641.pdf>

Armijos, M. (2015). Efecto de recubrimientos comestibles formulados a base de alginato, carboximetilcelulosa y proteína de suero de leche en la vida útil de la remolacha (*Beta vulgaris* L.) mínimamente procesada. Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador.

Obtenido de:

<http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/11755/1/Armijos%20Piedra%2C%20Maria%20Alejandra.pdf>

Herrea, S., Dublán, O., Xochitl, L., Gómez, L. (2014). Caracterización de una película comestible a base de suero de leche, insulina, gretina y glicerol. Universidad Autónoma del Estado de México. México. Obtenido de:

http://congresos.cio.mx/memorias_congreso_mujer/archivos/sesion4/S4-BCA20.pdf

Galiotta, G., Harte, F., Molinari, D., Capdevielle, R., Diano, W. (2004). Aumento de la vida útil poscosecha de tomate usando una película de proteína de suero de leche. Universidad de la República Oriental de Uruguay. Obtenido de:

<https://www.redalyc.org/html/813/81360209/>

Tirira, M., Trujillo, N. (2017). Adaptación de clones experimentales y una variedad de mora de castilla (*Rubis glaucus* Benth), en el valle del Chota, provincia de Imbabura. Universidad técnica del norte. Ecuador. Obtenido de:

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7738/1/03%20AGP%20223%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>