



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA EL
CONTROL DE BOTRYTIS SP. EN EL FRUTO DE MORA DE CASTILLA
(RUBUS GLAUCUS) EN NONO, PICHINCHA.

AUTOR

MARTIN JAMED ACOSTA RUALES

AÑO

2019



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

**EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA EL CONTROL
DE *Botrytis sp.* EN EL FRUTO DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*)
EN NONO, PICHINCHA.**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos.

Profesor guía

Ph. D. Wilson Arturo Vásquez Castillo

Autor

Martin Jamed Acosta Ruales

Año

2019

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo (Evaluación de alternativas tecnológicas para el control de *Botrytis sp.* en el fruto de mora de castilla (*Rubus glaucus*) en Nono, Pichincha.) a través de reuniones periódicas con el estudiante Martin Jamed Acosta Ruales, en el semestre 201910, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Wilson Arturo Vásquez Castillo
Philosophy Doctor in Plant Physiology
CI: 1001186210

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Evaluación de alternativas tecnológicas para el control de *Botrytis sp.* en el fruto de mora de castilla (*Rubus glaucus*) en Nono, Pichincha de Martin Jamed Acosta Ruales, en el semestre 201910, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Mauricio Andrés Racines Oliva
Doctor of Bioscience Engineering
C.I.: 171090216-2

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Martin Jamed Acosta Ruales

C.I.: 1723873905

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Organización de Investigación AgResearch de Nueva Zelanda, al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y a la Universidad de las Américas que permitieron la elaboración de esta investigación.

DEDICATORIA

A mis padres Gloria y Victor, mi hermano Felipe, por el apoyo incondicional que me brindaron durante este tiempo; todos los consejos y experiencias de vida que me han dado me han servido durante todas estas etapas de mi vida. A mi tutor Wilson Vásquez por los conocimientos y el apoyo brindado. A todos mis amigos que están junto a mí, en los buenos y malos momentos.

RESUMEN

El cultivo de mora de castilla tiene una gran importancia a nivel nacional e internacional. Dentro del Ecuador la superficie cultivada es de aproximadamente 5 247 ha. Este cultivo representa una gran responsabilidad para los agricultores, debido a la implementación de nuevas prácticas culturales para reducir el uso de productos sintéticos. El presente estudio se realizó en la granja experimental de la Universidad de las Américas, ubicada en la parroquia de Nono, cantón Quito. Ubicada a 2720 m.s.n.m con temperatura promedio de 14°C. La investigación se realizó en plantas de mora de castilla de 4 años en campo abierto. Con este precedente, el estudio pretende evaluar el efecto de la aplicación de diferentes alternativas tecnológicas para el control de *Botrytis sp.* en el fruto de mora. Los productos aplicados fueron: un sintético(carbendazim-Carbenpac®), dos biológicos (metabolitos bacterianos-Bioseb Organics, *Trichoderma spp.* - Trichomix®), un orgánico (extracto de mirtáceas-Iridium®) y un control (silwet más agua). Las aplicaciones se realizaron cada 15 días para el producto sintético y cada 8 días los biológicos, orgánicos y el testigo. Se utilizó un diseño DBCA con 3 repeticiones con un total de 10 unidades experimentales Las variables que se midieron fueron: incidencia (%), rendimiento (g/parcela), peso (g), diámetro polar (mm) y ecuatorial (mm), firmeza (N), sólidos solubles totales (°Brix), acidez (% ácido cítrico) y pH (log H⁺). El análisis estadístico se realizó utilizando el programa estadístico Infostat y la prueba de separación de medias con Tukey al 5%. A través del análisis de incidencia semanal se identificó que los productos Carbenpac® (Carbendazim), Trichomix® (*Trichoderma spp.*) e Iridium® (extracto mirtáceas) controlaron *Botrytis sp.* en el fruto de mora de castilla. Es importante resaltar que el período de evaluación fue seco (junio-septiembre) y en noviembre empezaron las precipitaciones. Las alternativas tecnológicas que se aplicaron no afectaron las propiedades fisicoquímicas del fruto de mora de castilla.

Palabras clave: alternativas tecnológicas, incidencia, *Trichoderma spp.*, variables fisicoquímicas.

ABSTRACT

The mora de castilla (*Rubus glaucus*) crop is of great importance at a national and international level; within Ecuador the cultivated area is approximately of 5 247 ha. This crop represents a huge responsibility for farmers due to the implementation of new cultural practices used to reduce the use of synthetic products. The present study was carried out at the experimental farm of Universidad de las Américas, located in the parish of Nono, Quito, located at 2720 meters above the sea level with an average temperature of 14°C. The investigation was executed in a 4-year-old open pit of blackberry plants. The study pretends to evaluate the effect of different technological alternatives for the control of *Botrytis sp.* on the crop of mora de castilla. The products applied were: one synthetic (carbendazim-Carbenpac®), two biological (bacterial metabolites-Bioseb Organics, *Trichoderma spp.*-Trichomix®), one organic (mirtaceae extract-Iridium®) and a control (silwet plus water). The applications were carried out every 15 days for the synthetic product and every 8 days for the biologicals, organic and the control. A randomized complete block design (RCBD) was used with 3 repetitions and a total of 10 experimental units. The studied variables were: *botrytis* incidence (%), yield (g/plot), weight (g), polar and equatorial diameter (mm), firmness (N), total soluble solids (°Brix), titratable acidity (% citric acid) and pH (log H⁺). The data analysis was done using Infostat (student version) and Tukey test at 5%. Through a weekly incidence analysis, it was possibly to identify that the products such as Carbenpac® (Carbendazim), Trichomix® (*Trichoderma spp.*) and Iridium® (mirtaceae extract) had a control in the incidence of *Botrytis sp.* in the fruit of mora de castilla. It is very important to highlight that the evaluation was done in the dry period (june-september) and in November precipitations began. The technological alternatives that were applied did not affect the physical-chemical properties of mora de castilla.

Key words: technological alternatives, incidence, *Trichoderma spp.*, physicochemical variables.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. General	2
2.2. Específicos.....	2
2.3. Hipótesis.....	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1. Situación de la mora de castilla en el Ecuador.....	3
3.2. Clasificación taxonómica de la mora de castilla.....	4
3.2.1. Fenología del cultivo.....	4
3.2.2. Requerimientos climáticos y de suelo.....	6
3.2.3. Manejo integrado de plagas y enfermedades MIP.....	6
3.2.4. Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de mora	7
3.2.5. Estrategias de control de plagas y enfermedades	9
3.3. Control biológico con <i>Trichoderma spp</i>	10
3.3.1. Alternativa de agricultura limpia con el uso de biocontroladores ..	10
3.3.2. Clasificación taxonómica de <i>Trichoderma</i>	11
3.3.3. Modos de acción de <i>Trichoderma spp</i>	12
3.3.4. Factores bióticos necesarios para el desarrollo de <i>Trichoderma spp</i>	12
3.4. Calidad del fruto de mora de castilla.....	13
3.4.1. Características físicas.....	13
3.4.2. Características químicas	14

4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
4.1. Material Vegetal.....	15
4.2. Materiales de campo y laboratorio	15
4.3. Metodología	15
4.3.1. Descripción del lugar del estudio	15
4.3.2. Diseño experimental.....	16
4.4. Tratamientos.....	16
4.5. Esquema del ADEVA-Diseño de bloques completamente al azar	17
4.6. Análisis funcional.....	17
4.7. Variables del estudio	17
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
5.1. Fase de campo	20
5.1.1. Incidencia	20
5.1.2. Rendimiento.....	25
5.2. Características físicas y químicas del fruto de mora de castilla	28
5.2.1. Peso del fruto (g)	29
5.2.2. Diámetro polar y diámetro ecuatorial (mm)	31
5.2.3. Firmeza (N).....	34
5.2.4. Sólidos solubles totales (°Brix)	37
5.2.5. Acidez (% ácido cítrico)	39
5.2.6. pH (log H+)	41
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44

6.1. Conclusiones.....	44
6.2. Recomendaciones.....	45
REFERENCIAS	46
ANEXOS	56

1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país que destaca por la producción de una amplia variedad de cultivos debido a los diferentes climas. El país sobresale principalmente en la producción de frutas como mango, mora, tomate de árbol, piña, banano, uvilla, entre otras. Esta producción es destinada al mercado nacional e internacional, en gran medida por sus características organolépticas principalmente sus sabores (PRO ECUADOR, 2016). Uno de los cultivos con mayor importancia en la Sierra del país es el cultivo de mora de castilla. Actualmente existe una gran responsabilidad por parte de los productores ya que tienen el objetivo de lograr un producto que cumpla con todas las especificaciones de calidad. Para esto se han implementado estrategias para el Manejo Integrado de Plagas MIP (Jairo, 2011). La implementación del MIP permite detectar y controlar en forma preventiva las plagas; para esto se debe considerar material de siembra de calidad, aplicación correcta de las podas (formación, fructificación y renovación), plan de fertilizaciones de acuerdo a las necesidades del cultivo, las labores culturales, uso adecuado de los plaguicidas y otros procesos necesarios para garantizar la inocuidad de la mora (Jiménez, 2009). En el cultivo de mora de castilla, la afectación por plagas y enfermedades es uno de los factores más importantes que toman en cuenta los agricultores (Ayala, 2016).

El moho gris o pudrición blanda (*Botrytis cinerea*) es el hongo de mayor importancia económica del cultivo de mora en el país (Quinatoa, 2015). El patógeno puede infectar las hojas, flores, tallos y frutos, causando una reducción importante en el rendimiento y en la calidad organoléptica del fruto (Cárdenas, 2013).

Debido a la gran demanda de mora de castilla y altos niveles de producción, los agricultores utilizan plaguicidas organoclorados y organofosforados en forma inadecuada para el control de este patógeno, lo que afecta a la calidad de la fruta, al ambiente y a la salud de las personas (Del Puerto Rodriguez, Suarez, y Palacio, 2014). Estos compuestos son acumulados en el producto, produciendo

además, cambios en las características físico-químicas del fruto, así como ligeras alteraciones en el sabor y olor del fruto (Guevara, 2016).

En la actualidad, el uso de biocontroladores y microorganismos benéficos ha ido creciendo debido a la resistencia del patógeno a productos de síntesis, lo que ha generado una agricultura más amigable con el ambiente (Rivadeneira, 2016). El hongo *Trichoderma sp.* es eficaz en los cultivos debido a que produce metabolitos que inhiben el crecimiento de ciertos patógenos (Martínez, Infante, Y, 2013).

Con este antecedente, el presente estudio permitirá generar información que ayude al manejo integrado de *Botrytis cinerea* en el cultivo de mora de castilla, y que impulse a los productores a producir un fruto apto para el consumo y garantice la salud de las personas y del ambiente.

Esta investigación es parte del proyecto “Biocontrol for Sustainable Farming Systems, Ecuador”, financiado por el gobierno de Nueva Zelanda, que es ejecutado por AgResearch de Nueva Zelanda, el INIAP y la participación de la Universidad de la Américas de Ecuador.

2. OBJETIVOS

2.1. General

Evaluar el efecto de alternativas tecnológicas para el control de *Botrytis sp.* en el fruto de mora de castilla (*Rubus glaucus*) en la granja de Nono.

2.2. Específicos

1. Determinar el efecto de los productos de síntesis, biológicos y orgánicos en el control de *Botrytis sp.* en el fruto de mora de castilla.

2. Evaluar el efecto del uso de productos sintéticos, biológicos y orgánicos en la calidad física y química del fruto de mora de castilla.
3. Determinar el efecto del uso de productos sintéticos, biológicos y orgánicos en el rendimiento del fruto de mora de castilla.

2.3. Hipótesis

- **Ha:** Existe efecto de los diferentes productos en la incidencia de *Botrytis spp*, el rendimiento y calidad del fruto de la mora de castilla.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Situación de la mora de castilla en el Ecuador

En el Ecuador existe una gran variedad de cultivos, debido a los diversos climas existentes. La mora de castilla (*Rubus glaucus*), es uno de los frutales andinos de mucha importancia para el país. Esta fruta se encuentra ubicada en diferentes zonas de los Andes del Ecuador y tiene aproximadamente una superficie cultivada de 5 247 ha, 4 046 ha en monocultivo y 1 201 ha de forma asociada (SINAGAP, 2016). En el Anexo 1 se presentan algunos indicadores de la producción de mora de castilla, en donde la principal provincia productora es Tungurahua con un 42% de superficie plantada en monocultivo y asociado, seguida de la provincia de Chimborazo con un 25% de producción en monocultivo. Luego está la provincia de Bolívar con el 20% y finalmente se encuentran las provincias de Azuay, Cotopaxi, Pichincha e Imbabura (MAGAP, 2012).

Existen tres grupos de productores de mora, los productores grandes presentan una superficie cultivada mayor a 2,10 ha; por lo general tienen un sistema tecnificado con riego por goteo, excelente control fitosanitario y fertilización, utilizan productos sintéticos y orgánicos (Jácome, *et al.*, 2016, p.34). Los

productores medianos mantienen una superficie cultivada de mora entre una y dos hectáreas, tienen un sistema semi-tecnificado con prácticas de manejo modernas y artesanales; el riego y fertilización van de acuerdo al asesoramiento o financiamiento disponible (Jácome, *et al.*, 2016, p.35). Los productores pequeños representan el 80% del total de productores, tienen una extensión de cultivo entre 1 500 a 7 000m² que puede ser en monocultivo o asociado con otros cultivos; utilizan el agua de lluvia para el riego o son de temporal, por lo general tienen prácticas agrícolas deficientes y un mal uso de los agroquímicos (Jácome, *et al.*, 2016, p.34).

En Ecuador se han reportado un total de 21 especies de *Rubus*, entre las más reconocidas están la mora de Castilla (*Rubus glaucus*), debido a su importancia comercial. La mora negra (*Rubus bogotensis*), especie que presenta racimos apretados, bayas con poco jugo y es cultivada en alturas que van desde 1700 a 3200 msnm; otras especies son la mora de páramo o de gato (*Rubus giganteus*), mora pequeña (*Rubus megalococus*), mora grande (*Rubus nubigenus*) entre otras (Delgado, 2012).

3.2. Clasificación taxonómica de la mora de castilla

La mora de castilla es una planta dicotiledónea trepadora de la familia Rosaceae (Viteri, *et al.*, 2016, pp.40-41). Presenta espinas curvadas, hojas trifoliadas y con inflorescencias que tienen sépalos deltados y blancos. El nombre científico es *Rubus glaucus*, la palabra *rubus* proviene de la palabra rubí por el color de sus frutos en ciertas etapas fenológicas; *glaucus* proviene de la palabra glauco que significa verde claro debido al color de los tallos (Beltrán, 2015).

3.2.1. Fenología del cultivo

Se conoce como fenología al estudio, medición y registro de los estadios biológicos de la planta, por ejemplo, germinación, brotación, floración y

maduración, que forman parte del crecimiento y desarrollo de la planta (Viteri, *et al.*, 2016, p.44).

El ciclo total de la mora de castilla es de aproximadamente 224 días y está compuesto por los períodos de siembra, floración, formación del fruto y la cosecha. El proceso fenológico de la reproducción se puede observar en la Figura 1.



Figura 1. Proceso fenológico de la mora de castilla.

Tomado de (Conectarural, 2014).

Para el cultivo de *R. glaucus*, se establecieron 9 estados fenológicos los que son explicados detalladamente en el Anexo 2. La etapa fenológica comienza a partir de una yema inicial que es latente (Fase A1-A2); esta fase tiene una duración de 6 semanas o 42 días para luego llegar a la fase de floración, cuando la flor está abierta (Fase B2); tres días después de la fase B2 se llega a las fases C1 y C2, en estas fases se realiza el inicio de la polinización, la caída de todos los pétalos y el coloramiento de los pistilos (rojo) y estambres (café). El paso de la etapa C2 a la etapa de fruto fecundado (D1) toma aproximadamente cuatro días; entre la etapa del fruto fecundado (D1) y la etapa de fruto maduro (F) existe una duración de 77 días u 11 semanas (Aguinaga, 2013).

3.2.2. Requerimientos climáticos y de suelo

Los requerimientos climáticos de este cultivo corresponden al bosque seco montano bajo, bosque húmedo montano bajo, bosque seco pre montano y bosque húmedo pre montano. La mora de castilla se cultiva a una altura entre los 2500 a 3200 msnm, el mejor desarrollo se presenta entre esos pisos altitudinales ya que en alturas superiores existen problemas con las heladas y en menores alturas existe mayor afectación de plagas. (Beltrán, 2015). La temperatura que necesita es de 14 a 19°C siendo la óptima de 14°C. Requiere precipitaciones entre 1500 y 2500 mm. Se recomienda cultivar la mora en suelos francos, franco-arcillosos y franco-arenosos, con una pendiente máxima de 25%, un pH entre 5,5 a 6,5; donde el óptimo es un pH de 5,7 con 5 % de materia orgánica, un buen drenaje y con humedad entre 70 y 80%(Cárdenas, 2013).

3.2.3. Manejo integrado de plagas y enfermedades MIP

El MIP es una práctica que reúne un conjunto de técnicas las cuáles permiten proteger el ambiente y garantizar la inocuidad del producto final al momento de su consumo. Se aplican herramientas culturales, físicas, químicas y biológicas para el manejo de plagas y enfermedades. Este sistema permite el uso de plaguicidas, aprovechamiento de los recursos del campo, evaluación de variedades, identificación de organismos benéficos, control de plagas, aplicación de labores culturales y otros procesos que aseguren la inocuidad de la fruta de mora (Ayala, 2016).

Este plan se basa en tres fundamentos básicos: uno de ellos es la prevención, son medidas que se toman para mantener la incidencia de plagas y enfermedades al nivel más bajo; por lo general esta etapa se debe realizar antes de la implementación del cultivo (Cardona, 2014). Varias medidas que se realizan son: la selección de lotes con buen drenaje, uso de plántulas certificadas que mantengan una buena calidad sanitaria, la realización de un análisis del suelo para la identificación del nivel de nutrición que tendrá la mora para su

desarrollo, manejo de una densidad de plantas que permita la reducción la infestación de plagas o incidencia de enfermedades, la programación de un manejo de arvenses, un plan de podas, y la realización de las cosechas en el tiempo adecuado para evitar la maduración excesiva, entre otras (Villares, *et al.*, 2016, p.122).

Por otro lado, la observación permite un monitoreo para la evaluación de la presencia oportuna de enfermedades o plagas en una o varias fases fenológicas de la planta. El conocimiento de los estados fenológicos, el apareamiento de plagas y enfermedades en relación a los factores ambientales, permite el desarrollo de un plan de manejo integrado para la reducción del daño al cultivo (Villares, *et al.*, 2016, p.126).

Finalmente, la intervención es la aplicación de medidas de manejo para la reducción del apareamiento de plagas y enfermedades, tomando en cuenta el momento y el lugar correcto para la aplicación (Cardona, 2014).

3.2.4. Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de mora

El cultivo de mora es afectado por una variedad de plagas y enfermedades que atacan al tallo, raíz, foliares y al fruto, lo que causa disminución en el rendimiento. Una de ellas es el barrenador del tallo o cuello de la raíz (*Hepialus sp.*); esta plaga es una larva (masticador) que se ve atraído por secreciones naturales de la planta causado por heridas a nivel del vástago. La plaga causa daños severos y una reducción en el rendimiento ya que perforan el tallo hasta llegar al centro, donde se alojan (Peñaranda, Jiménez, Galindo, y Rivero, 2011). Los principales síntomas son la clorosis y necrosis lo que puede llegar a marchitar la planta. El control para esta plaga se realiza con una poda de ramas para regular la cantidad de hojas de los tallos y mantener la corona sin malezas (Cardona, 2014).

Una de las principales plagas es la mosca de la fruta (*Anastrepha sp.*), ya que afecta el cultivo de la mora. Este insecto coloca sus huevos en las drupas de la mora, las larvas perforan los frutos por lo que causan pérdidas en la producción

(DANE, 2013). Las principales afectaciones que causan es la disminución en la calidad y la caída de los frutos. Para el control se debe realizar la cosecha a tiempo manteniendo un cronograma específico y con un control fitosanitarios para reducir la incidencia de la mosca (Peñaranda, Jiménez, Galindo, y Rivero, 2011).

Otra plaga que afecta al cultivo de mora es la arañita roja (*Tetranychus spp.*), el arácnido *Tetranychus spp.* es chupador por lo que absorbe la savia de las hojas y debilita la planta al reducir los nutrientes que esta necesita. Esta plaga aparece principalmente en climas secos y con altas temperaturas (Peñaranda, Jiménez, Galindo, y Rivero, 2011). Como control se debe eliminar todos los residuos secos de podas anteriores y cualquier residuo de cosecha, el uso de productos orgánicos como ajo-ají es una alternativa de control (Conectarural., 2014).

La enfermedad más importante en la mora de castilla es la pudrición del fruto, también conocida como moho gris y es causada por el hongo *Botrytis cinerea*. Esta enfermedad reduce el rendimiento, produce momificación, necrosis en frutos, quemaduras en inflorescencias y pudrición del fruto (DANE, 2013). El hongo se ve beneficiado por temperaturas bajas y humedad relativa alta. El control se realiza mediante podas de saneamiento, deshierbas y eliminación de residuos contaminados (ICA, 2012). Se puede realizar un control con productos sintéticos sin embargo hay que tomar en cuenta la existencia de resistencia del hongo a la aplicación de fungicidas ya que puede haber un peligro en la inocuidad del producto (Peñaranda, Jiménez, Galindo, y Rivero, 2011).

Otra enfermedad es la marchitez descendente, causada por la presencia de un complejo de hongos que se encuentran en el suelo; entre esos están: *Fusarium oxysporum*, *Verticillium alboatrum*, *Verticillium dahliae* y *Cylindrocarpon destructans* (Villares, et al., 2016, p.125). Esta enfermedad afecta directamente a las raíces lo que causa el amarillamiento y marchitez de las hojas, esto hace que la planta llegue a una etapa de marchitez donde finalmente llega a la muerte (DANE, 2013). Para controlar esta enfermedad no se debe cultivar la mora en suelos planos con drenaje deficiente y muy arcillosos, hay que aplicar un plan de

fertilización de acuerdo a las necesidades del cultivo (Peñaranda, Jiménez, Galindo, y Rivero, 2011).

Por otro lado, existe también la enfermedad conocida como mildiu polvoso causada por el hongo *Oidium sp.* que produce grandes pérdidas económicas y a nivel del follaje. El principal síntoma es la deformación o enrollamiento de la hoja hacia el envés o el haz. En el follaje se identifica un micelio blanco que se le conoce como cenicilla y es el causante de las lesiones o deformaciones que existen en las hojas jóvenes (Villares, *et al.*, 2016, pp.126-127). Para controlar el hongo se debe realizar podas preventivas. Las podas de saneamiento también controlan la enfermedad por lo que se debe eliminar el material vegetativo afectado, se recomienda el uso de productos sintéticos a base de azufre (Peñaranda, Jiménez, Galindo, y Rivero, 2011).

3.2.5. Estrategias de control de plagas y enfermedades

Debido a que existen cultivos altamente sensibles a plagas y enfermedades se han desarrollado métodos de control para reducir las afectaciones en el cultivo. Uno de ellos es el método cultural, el cual consiste en la utilización de prácticas agrícolas a nivel de suelo y planta. Como principales acciones se debe mantener una densidad de siembra adecuada y realizar podas de acuerdo a las condiciones del clima y necesidades del cultivo (ICA, 2012). El segundo es el método orgánico, se realiza por el uso de productos a base de extractos vegetales, los cuáles funcionan principalmente para estimular las neuronas de los insectos causando efectos adversos en su desarrollo (Ramón y Rodas, 2007). El tercero es el método biológico, a través de agentes biocontroladores de plagas y enfermedades. Se ha identificado la utilización de hongos como *Trichoderma spp*, *Gliocadium spp* *Penicillium spp*, entre otros (Capelo y Roche, 2008). El cuarto es el método químico con productos sintéticos, es la medida más aplicada por los productores. El fungicida sistémico de mayor uso es carbendazim (Conectarural, 2014). Finalmente, el genético el cual involucra el uso de variedades resistentes a varias plagas o enfermedades y que presentan

características seleccionadas para mantener una efectividad y rendimiento en el tiempo (Jiménez, 2009).

3.3. Control biológico con *Trichoderma spp*

3.3.1. Alternativa de agricultura limpia con el uso de biocontroladores

La implementación de la agricultura tradicional permite reducir el impacto negativo hacia al ecosistema. Varios de los efectos negativos que se han determinado son la reducción de los nutrientes, aumento de acidez del suelo y disminución de los microorganismos e insectos nativos. Todo esto se debe al agotamiento del suelo y el manejo de plagas y enfermedades con el uso de plaguicidas sintéticos (Marco Brown y Reyes Gil, 2003). Debido a estas afectaciones y a la constante necesidad de proteger la salud de las personas y del ambiente, nació la nueva tendencia de la agricultura limpia con la aplicación de nuevas tecnologías con el uso de variedades mejoradas, manejo con controladores biológicos, entre otros (Martínez, Bello, y Castellanos, 2012). En la actualidad los controles biológicos (bioplaguicidas) son una alternativa de gran ventaja para los agricultores para el manejo de plagas y enfermedades ya que son amigables con el ambiente, de rápida degradación y actúan sobre el organismo patogénico. El fenómeno de reducir las enfermedades a través del uso de organismos vivos se conoce como control biológico (Zhang, Komla, Castoria, Tibiru, y Yang, 2017). Uno de los ejemplos más representativos es el uso de *Bacillus thuringiensis* y *Trichoderma harzanium* en el control de plagas y enfermedades, que son utilizados como bioplaguicidas (Van Driesche, Hoddle, y Center, 2007). Hoy en día, el uso de *Trichoderma spp.* ha crecido debido a la efectividad que tiene contra fitopatógenos. Los mecanismos de biocontrol de este microorganismo es mediante la competencia por nutrientes y espacio, la modificación de las condiciones ambientales, antibiosis o mediante micoparasitismo (Naher, Yusuf, Ismail, y Hossain, 2014).

Un estudio realizado en Colombia, donde se utilizó *Trichoderma spp* en diferentes dosis presentó respuestas significativas para el control de *Botrytis cinerea* en mora. Se identificó que los tratamientos con el uso de *Trichoderma koningiopsis* y *T. asperellum* presentaron un mayor porcentaje de frutos sanos con un 61,02% y 64,34%. De igual manera existió un mayor control de la enfermedad reduciendo la incidencia en tratamientos que aplicaban *Trichoderma harzanium* + *T. koningii*, *T. koningiopsis* y una combinación de productos químicos alternados con productos biológicos entre los que se consideran los biocontroladores y extractos vegetales (Hincapié, Saldarría, y Díaz, 2016).

3.3.2. Clasificación taxonómica de *Trichoderma*

Trichoderma spp es un hongo saprófito, perteneciente a la familia *Monilia* y género *Trichoderma*, debido a que tiene una gran interacción con la raíz, el suelo y el área foliar de una planta. Es un hongo anaerobio facultativo (realiza la respiración con o sin presencia de oxígeno) que normalmente se lo puede encontrar en el suelo con gran cantidad de materia orgánica (Rivadeneira, 2016). La clasificación taxonómica se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1.

Clasificación taxonómica de Trichoderma spp.

	<i>Trichoderma spp.</i>	<i>Botrytis sp.</i>
Reino	Fungi	Fungi
División	Mycota	Ascomycota
Clase	Deuteromicetes	Leotiomycetes
Orden	Moniliales	Helotiales
Familia	Monilia	Sclereotiniaceae
Género	<i>Trichoderma</i>	<i>Botryotinia</i>
Especies	<i>T. viride</i> , <i>T. reesei</i> , <i>T. harzianum</i> , <i>T. hamatum</i> , <i>T. pseudokoningii</i> , <i>T. saturnisporum</i> etc.	<i>B. allii</i> , <i>B. cinérea</i> , <i>B. fabae</i> , <i>B. convoluta</i> .

Adaptado de (Rivadeneira, 2016)

3.3.3. Modos de acción de *Trichoderma spp.*

Uno de los modos de acción de *Trichoderma spp.* es por competencia de nutrientes presentes en el suelo, dos de los elementos esenciales para el desarrollo de fitopatógenos es el carbono y el hierro (Lorito, *et. al.*, 1994). El agente de biocontrol tiene un sistema más eficiente de absorción de los nutrientes por lo que el patógeno no tendrá los micronutrientes necesarios para desarrollarse por completo (Rajesh, Shelake, y Ambalal, 2016). Se conoce que *T. pseudokoningii* y *Trichoderma saturnisporum* pueden llegar a tolerar entre 40 a 41 °C. La luz influye directamente sobre la esporulación y en la producción de metabolitos secundarios. Esta familia de hongos, no son exigentes a la relación del pH con el suelo y pueden desarrollarse entre 5,5 y 6,5 (Rajesh, Shelake, y Ambalal, 2016). El apareamiento de este hongo está influenciado por humedad (60%) como lo señala Martínez, Infante, Y, (2013). Otro de los métodos es el micoparasitismo, involucra una interacción entre el patógeno y *Trichoderma*. En este caso el agente de biocontrol libera enzimas extra celulares las cuales permiten la penetración en las hifas y producen lisis en el hospedador (Junaid, Dar, Bhat, Bhat, y Bhat, 2013). El último mecanismo consiste en la producción de compuestos antibióticos de bajo peso molecular que tienen un efecto sobre el crecimiento del patógeno (Junaid, Dar, Bhat, Bhat, y Bhat, 2013).

3.3.4. Factores bióticos necesarios para el desarrollo de *Trichoderma spp.*

Este hongo tiene un rápido crecimiento, una gran tolerancia a climas y condiciones extremas, se lo encuentra comúnmente en el suelo (Rivadeneira, 2016). Uno de los factores necesarios para su crecimiento es la temperatura, esta difiere entre especies, pero en varios estudios se ha determinado que la temperatura óptima es entre 15 °C y 30 °C (Chavez, 2006). La luz juega un rol muy importante ya que la mayoría de especies de este hongo son fotosensibles, es por esto que una mayor exposición lumínica favorece la esporulación, mientras que alternar periodos con luz y oscuridad favorece la colonización (Poalacin, 2015). La familia de este hongo degrada sustratos como pectina,

celulosa, y almidón. Se ha determinado que la asimilación de fuentes de nitrógeno (urea, aminoácidos, amoníaco) junto al carbono actúan como nutrientes para el desarrollo de este hongo (Cholango, 2009). *Trichoderma sp.* presenta un bajo nivel de tolerancia osmótica, un bajo nivel de humedad limita la asimilación de nutrientes y un alto nivel de humedad causa un bajo crecimiento bacteriano, mientras que valores óptimos de humedad optimizan el crecimiento y la producción de metabolitos (Poalacin, 2015). Otro de los factores necesarios para la eficacia del hongo, es el pH del sustrato. Este factor permite la producción de enzimas extracelulares que el hongo produce frente a fitopatógenos. Una gran variedad de cepas puede desarrollarse entre un pH de 2 a 9, siendo el óptimo de 4 (Chavez, 2006).

3.4. Calidad del fruto de mora de castilla

A continuación, se describen las diferentes características físico-químicas de la mora de castilla y el procedimiento para realizar las mediciones.

3.4.1. Características físicas

De acuerdo a la norma NTE INEN 2427: 2010 “Fruta fresca. Mora. Requisitos”, la mora de castilla se clasifica mediante calibres de acuerdo al peso y al diámetro que llega a tener el fruto (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2010). El calibre A es la primera clasificación ya que el fruto llega a tener un diámetro mayor o igual a 27 mm y un peso promedio de 9,2 g. El calibre E es la clasificación más baja, por lo que el precio es menor en comparación al primer calibre, el fruto tiene un diámetro menor o igual a 13 mm y un peso promedio de 3,2 g. Los calibres de clasificación de la mora determinan el precio que se paga por el producto (Brito, *et al.*, 2016, pp. 139-142).

Una de las características físicas es el peso (g), para esto la medición se realiza con el uso de una balanza electrónica con capacidad aproximada de 210 g (Ayala, 2013). Otra característica es el tamaño (mm) y se determina midiendo el

diámetro ecuatorial y polar del fruto con el uso de un calibrador. Se debe tomar una muestra representativa para la medición (Ayala, 2013). Finalmente, se ha determinado que la firmeza (N) está relacionada con el reblandecimiento del fruto por lo que es un factor muy importante en la calidad poscosecha (Guzmán, Cuenca, y Tacuri, 2018). Se mide a partir del uso de un penetrómetro digital y se mide en Newtons (N).

3.4.2. Características químicas

Una de las características físicas son los sólidos solubles totales (°Brix); varios estudios han afirmado el aumento promedio de los grados brix de acuerdo al grado de madurez del fruto (Ayala, 2013). Las variedades de mora de castilla en el Ecuador pueden llegar a valores de 11,30° Brix, mientras que en Colombia las mejores variedades presentan valores entre 6,60 y 8,20° Brix (Brito, *et al.*, 2016, p.144). La determinación de SST se efectúa poniendo dos gotas de la muestra sobre la superficie del prisma de un refractómetro, la medida se realiza en grados Brix (Guzmán, Cuenca, y Tacuri, 2018).

Otra característica es la acidez (% ácido cítrico), esta se realiza añadiendo 20-30 g de jugo de mora con agua destilada y se titula con hidróxido de sodio (NaOH) hasta llegar al pH de 8 a 8,5; el cual es el punto de viraje de la fenolftaleína. La acidez se obtiene mediante cálculos del volumen de NaOH consumido y el valor de ácido cítrico.

Finalmente, el pH ($\log H^+$) es una medida que calcula la concentración de iones hidrógeno $[H]^+$ en las soluciones. Se obtiene a partir de 15-20 ml de jugo de mora y se utiliza un potenciómetro calibrado (Moreno y Deaquiz, 2014).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se presentan el material vegetal, material de campo y laboratorio utilizado durante el estudio.

4.1. Material Vegetal

Plantas de mora de castilla en campo abierto de aproximadamente 4 años de edad, ubicados en la granja de Nono.

4.2. Materiales de campo y laboratorio

- Incubadora
- Cámara de flujo laminar
- Microscopio
- Balanza
- Asas de inoculación
- Mechero
- Vasos de precipitación
- Matraz Erlenmeyer
- Micropipeta
- Tijeras de podar

4.3. Metodología

4.3.1. Descripción del lugar del estudio

Las pruebas de laboratorio para determinar la calidad de *Trichodema* y *Bacillus subtilis* se realizó en el laboratorio de control biológico de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). La evaluación de campo se realizó en la granja experimental de la UDLA ubicada en la parroquia de Nono, cantón Quito, mientras que la evaluación de la calidad fisicoquímica de la fruta en los laboratorios en la UDLA sede Queri.

En la tabla 2, se describen los factores climáticos de la granja de Nono y el laboratorio de la Universidad de las Américas.

Tabla 2.

Ubicación geográfica y características edafoclimáticas de la Granja de Nono.

Ubicación	Granja Nono-UDLA	Laboratorio UDLA
Altitud	2720 msnm	2831 msnm
Longitud	78° 34' 22" O	78° 28' 14" O
Latitud	0° 4' 24" S	0° 10' 10" S
Temperatura	14°C	21°C
HR (%)	70%	
Precipitación	1161.7 mm	
pH	6,84	
Tipo de suelo	Franco-arenoso	
Materia orgánica	5,30 (nivel alto)	

4.3.2. Diseño experimental

La investigación se realizó utilizando un Diseño de Bloques Completamente al Azar con cinco tratamientos y tres repeticiones.

4.4. Tratamientos

A continuación, en la tabla 3 se detallan los tratamientos, los productos utilizados, las dosis y los tiempos de aplicación.

Tabla 3.

Tratamientos a evaluar.

Tratamiento	Descripción	Dosis	Aplicación
T1	Testigo absoluto (silwet + agua)	0,15 cc/lit agua	Cada 8 días
T2	Testigo comercial	1 cc/lit agua	Cada 15 días

	(Carbendazim-sintético)		
T3	Extracto de mirtáceas (producto orgánico)	3 cc/litro agua	Cada 8 días
T4	Metabolitos bacterianos (<i>microorganismo benéfico</i>)	8 cc/litro agua	Cada 8 días
T5	<i>Trichoderma spp.</i> (<i>microorganismo benéfico</i>)	0,37g/20 litro agua	Cada 8 días

4.5. Esquema del ADEVA-Diseño de bloques completamente al azar

- Unidad experimental: 2 plantas
- Total de unidades experimentales: 10

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	9
Tratamientos	4
Repeticiones	2
Error experimental	8
CV (%)	

4.6. Análisis funcional

En caso de que existan diferencias significativas entre los tratamientos se realizará un análisis funcional utilizando la prueba de separación de medias de Tukey al 5%.

4.7. Variables del estudio

La incidencia de la enfermedad en el fruto (%) se realizó semanalmente la sintomatología de los frutos, para esto se cosechó toda la fruta por planta para

realizar el análisis en el laboratorio. Se registró el número de frutas enfermas con relación a las sanas.

En el peso del fruto (g), se registró la medida de 10 frutos al azar de cada tratamiento y se procedió a calcular la media aritmética.

El pH del fruto ($\log H^+$) se obtuvo macerando un extracto de 15 g de la fruta y se midió con un potenciómetro, se registró cada mes.

Los SST del fruto ($^{\circ}$ Brix) se obtuvieron a partir de 15g de jugo de mora, se colocó 1g en el refractómetro; se registró cada mes.

Para la acidez titulable del fruto (% ácido cítrico) se colocó 30 g de jugo de mora en un matraz y se mezcló con 200ml de agua destilada. La titulación se realizó con NaOH 1N hasta llegar a un pH de 8-8,2. Se registró cada mes.

El rendimiento (g/parcela) se registró el rendimiento por 6 meses, sumando las cosechas semanales de cada tratamiento (parcela neta). La cosecha se realizó en el grado de madurez 3, para esto se utilizó el colorímetro Lovibond LC100 (Figura 2).



Figura 2. Color de la fruta a cosechar según especificaciones.

Tomado de (Brito, *et al.*, 2016, p. 144).

Para el diámetro polar y ecuatorial (mm) se obtuvo 5 drupas de cada tratamiento, se midió con un calibrador y se procedió a calcular la media aritmética.

En la firmeza (N) se tomó 5 frutos representativos de cada tratamiento, se midió con el uso de un penetrometro y se calculó la media aritmética.

4.8. Manejo del experimento

Las plantas de mora de castilla donde se realizó el estudio tienen 4 años de edad y están plantadas en campo abierto a 1,5 metros entre líneas y plantas. El cultivo tiene un sistema de tutoreo en espaldera con 3 líneas de alambre.

Cada parcela estuvo formada por 2 plantas y la separación entre los tratamientos por al menos 3 plantas, con el fin de evitar el efecto de los productos que se aplicaron en cada parcela, esto se realizó de acuerdo al mapeo realizado (Anexo 4).

La aplicación del producto sintético se hizo cada 15 días y cada 8 días los productos biológicos y orgánicos. Previo a la realización del estudio se realizó una poda inicial de la planta con el objetivo de eliminar los frutos afectados por enfermedades. Junto con la primera poda se realizó una deshierba en el cultivo y se procedió con una fertilización con cascarilla; en el cuarto mes de la investigación, en el mes de septiembre se ejecutó una segunda deshierba.

El riego fue a través de goteo y la duración dependía de las características ambientales, la humedad y temperatura existente. Por lo general el tiempo que se regaba el cultivo fue de 14 minutos por válvula. La fertilización, el riego y control de arvense estuvieron en función del plan de manejo del huerto de la granja experimental de Nono de la Universidad de las Américas.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados de cada una de las variables del estudio que fueron analizadas a través del análisis de varianza (ADEVA); en caso de que existan diferencias estadísticas se presentan las tablas de separación de medias con base en el análisis funcional, utilizando la prueba Tukey al 5%. Es importante indicar que dependiendo de la variable se presentarán los promedios a pesar de que no existan diferencias estadísticas entre los tratamientos.

5.1. Fase de campo

Dentro de esta sección se presentan los resultados y el análisis de varianza de las variables incidencia de la enfermedad (%) y rendimiento (g/parcela), las que fueron evaluadas a nivel de campo en la granja de Nono.

5.1.1. Incidencia

En las tablas desde la 5 hasta la 12, se presentan los análisis de varianza de la incidencia de *Botrytis sp.* observados semanalmente en los frutos de mora de castilla a nivel de campo. Los análisis se realizaron con datos transformados $\log(x + 4)$ en las variables que no tenían distribución normal. Además, se evidenció un rango muy amplio entre los diferentes valores registrados. Esta variable se registró desde el mes de junio hasta noviembre de 2018.

Tabla 5.

Análisis de varianza con valores transformados $\log(x + 4)$ de la incidencia de Botrytis sp (%) en los frutos de mora de castilla de la semana 24 hasta la semana 28. Nono, 2018

		Incidencia semanas (%)											
		24 (11-Jun-18)		25 (18-Jun-18)		26 (25-Jun-18)		27 (02-Jul-18)		28 (09-Jul-18)			
F de V	gl	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM		
Total	14	0,49		1,2		1,25		0,94		0,81			
Tratamiento	4	0,13	0,03 ^{ns}	0,4	0,10 ^{ns}	0,07	0,02 ^{ns}	0,25	0,06 ^{ns}	0,63	0,16 ^{**}		
Repetición	2	0,1	0,05	0,04	0,02	0,08	0,04	0,34	0,17	0,02	0,01		
EE	8	0,26	0,03	0,76	0,1	1,1	0,14	0,35	0,04	0,16	0,02		
CV(%)		18,9		30,86		40,19		22,78		17,37			

Nota: ns: no significativo; *significativo (<5%); ** altamente significativo (<1%).

Tabla 6.

Análisis de varianza con valores transformados $\log(x + 4)$ de la incidencia de Botrytis sp (%) en los frutos de mora de castilla de la semana 29 hasta la semana 33. Nono, 2018

		Incidencia semanas (%)											
		29 (16-Jul-18)		30 (23-Jul-18)		31 (30-Jul-18)		32 (06-Ago-18)		33 (13-Ago-18)			
F de V	gl	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM		
Total	14	1,31		1,22		0,91		0,86		1,35			
Tratamiento	4	0,23	0,06 ^{ns}	0,15	0,04 ^{ns}	0,4	0,1 ^{ns}	0,13	0,03 ^{ns}	0,49	0,12 ^{ns}		
Repetición	2	0,14	0,07	0,78	0,39	0,26	0,13	0,28	0,14	0,15	0,07		
EE	8	0,93	0,12	0,28	0,04	0,26	0,03	0,45	0,06	0,72	0,09		
CV(%)		37,81		22,38		16,52		28,16		29,11			

Nota: ns: no significativo; *significativo (<5%); ** altamente significativo (<1%).

Tabla 7.

Análisis de varianza con valores transformados $\log(x + 4)$ de la incidencia de Botrytis sp (%) en los frutos de mora de castilla de la semana 34 hasta la semana 38. Nono, 2018

F de V	gl	34 (20-Ago-18)		35 (27-Ago-18)		36 (03-Sep-18)		37 (10-Sep-18)		38 (17-Sep-18)	
		SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	14	0,46		1,25		0,69		0,68		1,24	
Tratamiento	4	0,17	0,04 ^{ns}	0,35	0,09 ^{ns}	0,17	0,04 ^{ns}	0,33	0,08 ^{ns}	0,58	0,15 ^{ns}
Repetición	2	0,04	0,03	0,56	0,28	0,04	0,02	0,16	0,08	0,13	0,06
EE	8	0,25	0,03	0,34	0,04	0,48	0,06	0,2	0,02	0,54	0,07
CV(%)		20,37		25,35		26,39		18,64		29,12	

Nota: ns: no significativo; *significativo (<5%); ** altamente significativo (<1%)

Tabla 8.

Análisis de varianza con valores transformados $\log(x + 4)$ de la incidencia de Botrytis sp (%) en los frutos de mora de castilla de la semana 39 hasta la semana 43. Nono, 2018

F de V	gl	39 (24-Sep-18)		40 (01-Oct-18)		41 (08-Oct-18)		42 (15-Oct-18)		43 (22-Oct-18)	
		SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	14	1,27		0,74		0,33		0,83		0,56	
Tratamiento	4	0,77	0,19 ^{ns}	0,09	0,02 ^{ns}	0,22	0,05*	0,36	0,09 ^{ns}	0,08	0,02 ^{ns}
Repetición	2	0,02	0,01	0,16	0,08	0,01	3,60E-03	0,12	0,06	0,14	0,07
EE	8	0,48	0,06	0,49	0,06	0,1	0,01	0,35	0,04	0,35	0,04
CV(%)		24,02		28,66		14,74		23,59		25,84	

Nota: ns: no significativo; *significativo (<5%); ** altamente significativo (<1%)

Tabla 9.

Análisis de varianza con valores transformados $\log(x + 4)$ de la incidencia de Botrytis sp (%) en los frutos de mora de castilla de la semana 44 hasta la semana 47. Nono, 2018

F de V	gl	44 (29-Oct-18)		45 (05-Nov-18)		46 (12-Nov-18)		47 (19-Nov-18)	
		SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	14	0,88		0,66		1,2		1,66	
Tratamiento	4	0,24	0,06 ^{ns}	0,41	0,10 [*]	0,42	0,11 ^{ns}	0,12	0,03 ^{ns}
Repetición	2	0,12	0,06	0,07	0,03	0,12	0,06	1,1	0,55
EE	8	0,52	0,06	0,19	0,02	0,66	0,08	0,44	0,06
CV(%)		31,47		17,98		32,77		24,84	

Nota: ns: no significativo; * significativo (<5%); ** altamente significativo (<1%)

En las tablas 5, 8 y 9 se observó diferencias estadísticas entre los tratamientos (productos) al 1% en la semana 28 (09-Jul-18) y al 5% en las semanas 41 (18-Oct-18) y 45 (05-Nov-18), en el resto de períodos no existieron diferencias estadísticas. Los coeficientes de variación durante este período fluctuaron entre 14,74 y 40,19%. En la tabla 10, se evidencia que, de las 24 semanas evaluadas en el estudio, en general se vio que la incidencia de la enfermedad en los frutos fue mínima en todos los tratamientos, fluctuando de 0 a 10,53 %. En la semana de 09-Jul-18 existieron diferencias estadísticas entre los productos aplicados. La aplicación de Carbendazim, *Trichoderma spp* y Mirtáceas presentaron un porcentaje de incidencia de 4,57%; 10,53% y 3,93 % respectivamente, mientras que el testigo (silwet+agua) y las plantas tratadas con Metabolitos bacterianos tuvieron los menores porcentajes de incidencia de *Botrytis sp*. Esto posiblemente pudo haber ocurrido debido a que en la semana 28 no se presentaron las condiciones climáticas óptimas (25-30°C y más de 90% humedad relativa) para el desarrollo del hongo *Botrytis sp*. (Anexo 3). En las semanas 41 (18-Oct-18) y 45 (05-Nov-18), se observa que los productos Carbendazim, *Trichoderma spp*, Mirtáceas y Metabolitos tuvieron un buen control sobre el hongo *Botrytis sp*. con 2,67%; 0,93%; 1,43% y 0% respectivamente, comparado con el testigo. Esto posiblemente se debe a que a partir del mes de octubre empiezan las precipitaciones, con una máxima de 0,43 mm en la semana 43 y una temperatura mínima de 1,91°C en la semana 41 (Anexo 3).

Tabla 10.

Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la incidencia de Botrytis sp. en los frutos de mora de castilla. Nono, 2018.

Tratamientos	Incidencia semanas (%)			
	28 (09-Jul-18)	33 (13-Ago-18)	41 (08-Oct-18)	45 (05-Nov-18)
5 (<i>Trichoderma spp.</i>)	10,53±6 b	12,70±13,2	0,93 ± 0,8 ab	2,73±3,2 ab
3 (Mirtáceas)	3,93±3,3 ab	6,03±5,2	1,43 ± 1,2 ab	0±0 a
2(Carbendazim)	4,57±3,1 ab	8,90±4,4	2,67 ± 2,5 ab	5,63±1,8 ab
1 (Testigo)	0±0 a	2,17±3,7	5,13 ± 1,2 b	8,80±5,4 b
4 (Metabolitos bacterianos)	0±0 a	17,50±13,7	0±0 a	3,27±2,9 ab
Error Estándar	2,00	5,00	0,86	1,83

Nota: promedios seguidos de la misma letra, son estadísticamente iguales

Los resultados encontrados en este estudio están acorde a lo reportado por Alencastro (2011) quien menciona que los productos más efectivos para el control del moho gris (*Botrytis cinerea*) son los dicarboximidazoles y benzimidazoles (Carbendazim), debido a que presenta un amplio espectro de acción sobre el hongo. Por otro lado, Hincapié, Saldarría, y Díaz (2016) mencionan que uno de los mejores tratamientos para el control de *Botrytis cinerea* es la aplicación de productos sintéticos con una rotación de productos biológicos, a través de un monitoreo de la presencia y severidad de las enfermedades y las condiciones climáticas.

El uso de *Trichoderma spp.* como control biológico para las semanas comprendidas dentro de los meses de junio y julio, tuvo un efecto sobre la enfermedad llegando a obtener un máximo de incidencia de 1,14%, pero no fue tan efectivo como el producto sintético (1,11%). Quinatoa (2015) indica que el uso de *Trichoderma spp.* tiene varias ventajas ya que es un biocontrolador, que presenta un rápido desarrollo y crecimiento, también tiene una gran producción de enzimas ante la presencia de fitopatógenos. Este hongo tolera condiciones ambientales extremas, temperaturas desde 4°C hasta 33°C y humedades relativas de más de 80%. Además, *Trichoderma spp.* puede sobrevivir en cultivos en los que se está aplicado fungicidas y otros productos de síntesis.

5.1.2. Rendimiento

En la tabla 11, se presenta el análisis de varianza del rendimiento (g/parcela) de los frutos de mora de castilla. Se realizaron un total de 24 cosechas semanales las cuales fueron agrupadas en los meses desde junio hasta noviembre.

Tabla 11.
Análisis de varianza del rendimiento (g/parcela) de los frutos de mora de castilla en diferentes períodos. Nono, 2018.

F de V	gl	Rendimiento (g/parc)											
		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre	
		SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	14	1818,46		443,05		364,53		1506,7		2187,73		637,15	
Tratamiento	4	394,51	98,63 ^{ns}	154,58	38,64 ^{ns}	47,63	11,91 ^{ns}	434,37	108,59 ^{ns}	337,85	84,46 ^{ns}	75,74	18,93 ^{ns}
Repetición	2	426,35	213,18	68,89	34,44	38,91	19,46	355,97	177,98	728,27	364,14	112,28	56,14
EE	8	997,59	124,7	219,59	27,45	277,98	34,75	716,33	89,54	1121,61	140,2	449,13	56,14
CV(%)		33,07		24,54		24,38		21,71		18,37		24,51	

Nota: ns: no significativo; *significativo (<5%); ** altamente significativo (<1%)

Se observa que no existen diferencias estadísticas en los meses del estudio (tabla 11), los mayores picos de producción se encuentran dentro de los meses de septiembre y octubre. El coeficiente de variación fluctúa entre 18,37% y 33,07%.

Debido a que no existen diferencias estadísticas se observa que en la tabla 12 no existe un análisis funcional por lo que no se realiza la prueba de Tukey al 5%. De igual manera se evidencia que en el mes de septiembre se llegó a obtener un promedio máximo de 734,33 g/parcela, mientras que en octubre se registró 1124,33 g/parcela, estos rendimientos se obtuvieron de plantas de mora de castilla con espinas y sin espinas.

Tabla 12.

Promedios y desviación estándar del rendimiento (g/parcela) de mora de castilla en diferentes períodos. Nono, 2018.

Tratamientos	Rendimiento (g/parc)					
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
4(Metabolitos bacterianos)	296±289,3	59,33±15,9	173±84,1	412 ±365,1	818,67±604	334±287,8
1(Testigo)	300,67±202,6	44,67 ±9,7	116,67±75,7	492,67±207,4	876±368,2	319±93,7
2(Carbendazim)	467,33±332,8	90,67±35,4	188,33±39,8	734,33±70,8	1124,33±188,1	413,33±43,5
3(Mirtáceas)	441,33±231,6	100,33±76,1	213,33±29,5	428±186,6	882±325,4	361±197,4
5(<i>Trichoderma spp.</i>)	588,67±203,7	127,33 ±71	170 ±113,5	498±193,6	728,67±163,5	276,67±51
Error Estándar	141,52	28,06	46,26	119,59	176,31	93,65

Nota: promedios seguidos de la misma letra, son todos estadísticamente iguales

La presencia de 2 variedades diferentes, con y sin espinas, pudo haber influenciado en el rendimiento al momento de la cosecha. Grijalba, Calderón y Pérez (2010) presentaron un rendimiento de moras de plantas con espinas de 348,4 g/planta por semana, mientras que en plantas de mora sin espinas se obtuvo un rendimiento de 219,9 g/planta por semana. En otros pisos altitudinales se reportó lo contrario, las moras sin espinas presentaron un rendimiento mayor a las plantas de mora con espinas, esto se puede deber a que las moras sin espinas presentaron mayor brotación de ramas productivas (Grijalba, Calderón, y Pérez, 2010).

Luego del análisis realizado del rendimiento (g/parc) e incidencia (%) como se puede observar en las tablas desde la 6 hasta las 12 que no existieron diferencias estadísticas de los tratamientos en estas variables.

En el anexo 3 se puede ver que en los meses de junio, julio y agosto no existieron precipitaciones y la humedad relativa no excedió del 91,59%. El hongo *Botrytis cinerea* no se desarrolló en gran cantidad ya que no existieron las condiciones ambientales idóneas para el desarrollo del hongo. Molina, Rotta y Torres (2004) mencionan en su estudio que la enfermedad es mucho más frecuente cuando los botones florales se abren debido a que el hongo permanece latente hasta que comience la maduración del fruto y también se relaciona con las condiciones climáticas como períodos de lluvia frecuentes y humedades relativa superior al 85%.

5.2. Características físicas y químicas del fruto de mora de castilla

En esta sección se presentan los resultados de las propiedades físico-químicas del fruto de mora de castilla evaluadas mensualmente durante seis meses. El análisis de varianza se presenta agrupado por meses desde junio hasta noviembre de 2018. En caso de que existan diferencias significativas entre tratamientos se realizó el análisis funcional con la prueba de Tukey al 5%.

5.2.1. Peso del fruto (g)

El análisis de varianza del peso del fruto (g) se realizó a partir de mediciones evaluadas mensualmente. Durante los seis meses no existieron diferencias significativas en el peso del fruto de mora de castilla entre las diferentes alternativas tecnológicas que se aplicaron (Tabla 13), por lo que no se realizó un análisis funcional. Los coeficientes de variación están dentro de los límites establecidos; sin embargo, el valor más alto se identifica en el mes de agosto con 18,82%.

Tabla 13.
Análisis de varianza del peso del fruto (g) de mora de castilla en diferentes períodos.
Noviembre, 2018.

F de V	gl	Peso fruto (g)											
		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre	
		SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	14	2,6	0,75	1,93	2,19	0,87	1,46						
Tratamiento	4	0,59	0,15 ^{ns}	0,16	0,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,81	0,2 ^{ns}	0,19	0,05 ^{ns}	0,51	0,13 ^{ns}	
Repetición	2	0,66	0,33	0,1	0,05	0,02	0,61	0,31	0,03	0,01	0,12	0,06	
EE	8	1,36	0,17	1,72	0,07	0,22	0,77	0,1	0,64	0,08	0,83	0,1	
CV(%)		16,81	11,41	18,82	12,96	12,12	14,49						

Nota: ns: no significativo; *significativo (<5%); ** altamente significativo (<1%)

Durante el tiempo del estudio, el peso del fruto de mora de castilla llegó a oscilar entre 2,73 y 6,72 g (Tabla 14); esta variación puede deberse a las características de la variedad aunque estadísticamente son iguales las cuáles producían frutos de diferentes tamaños y con deformidades en el desarrollo de las drupeolas. Debido a que no existieron diferencias estadísticas no se realizó un análisis funcional en grupos Tukey al 5%.

Tabla 14.

Promedios y desviación estándar ($\leq 0,05$) del peso (g) de los frutos de mora de castilla en diferentes períodos. Nono, 2018.

Tratamientos	Peso fruto (g)					
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
4 (Metabolitos bacterianos)	3,97±2,5	3,88±0,8	5,05±1,6	3,25 ±3,3	4,95 ±0,8	4,01 ±0,6
2(Carbendazim)	4,75±2,4	4,38±0,5	5,73 ±1	5,58 ±1	3,60 ±0,9	4,43 ±0,9
3 (Mirtáceas)	4,80±0,7	4,56±0,8	5,63±0,6	5,55 ±0,5	4,44 ±1,4	4,57 ±1
1 (Testigo)	5,69±2,9	4,50±0,9	4,57±2,4	5,57 ±1,1	5,02 ±1,6	4,53 ±0,4
5 (<i>Trichoderma spp.</i>)	6,72±0,4	3,66±1,8	5,05±3,1	4,51 ±0,6	4,72 ±1,1	2,73 ±2,5
Error Estándar	1,08	0,64	1,25	0,78	0,75	0,79

Nota: promedios seguidos de la misma letra, son estadísticamente iguales

En un estudio realizado se determinó que existen diferencias entre frutos provenientes de variedades con y sin espinas, reportando que los frutos de plantas con espinas llegaban a pesar 5,64 g y aquellos de plantas de mora sin espinas 5,39 g (Grijalba, Calderón, y Pérez, 2010). Por otro lado, otros autores indican que las diferencias en tamaño entre los frutos cosechados posiblemente se debe a las temperaturas bajas lo cual causa que los frutos sean más pequeños (Sánchez, Villares, Niño y Ruilova, 2018). El manejo agronómico afecta directamente en el peso del fruto de mora de castilla. Se identificó que el boro tiene un efecto positivo en el crecimiento ya que este elemento actúa en la formación de las paredes celulares y es importante para la división celular (Rodríguez, 2018).

5.2.2. Diámetro polar y diámetro ecuatorial (mm)

A continuación se presenta el análisis de varianza del diámetro polar y ecuatorial. En la tabla 15 y 16 se observa que no existieron diferencias significativas en esta variable con las aplicaciones de los productos. Sin embargo, se reporta que los promedios de los diámetros en el mes de noviembre son las mediciones más bajas de todos los meses en el que se realizó el estudio. De igual manera, el coeficiente de variación más alto se presenta en el mismo mes y siendo el más bajo de 1,49% en el mes de julio.

Tabla 15.
Análisis de varianza del diámetro polar (mm) de la mora de castilla en diferentes períodos. Nono, 2018.

		Diámetro polar (mm)																	
		Junio			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre		
F de V	gl	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM		
Total	14	1,22	0,03	0,05	4,30E-03	0,0011	2,18	0,04	3,27	0,96	10,67	0,87	ns						
Tratamiento	4	0,1	ns	0,17	3,70E-03	0,17	0,29	1,17	0,19	3,5	0,05	0,87	ns						
Repetición	2	0,3	0,15	0,01	0,03	0,11	0,06	0,89	0,45	0,11	0,06	1,15	0,58						
EE	8	0,82	0,1	0,04	0,01	1,89	0,24	1,22	0,15	0,66	0,08	6,02	0,75						
CV(%)		6,71		1,49		10,54		8,78		6,73		22,99							

Nota: ns: no significativo; * significativo (<5%); ** altamente significativo (<1%)

Tabla 16.

Análisis de varianza del diámetro ecuatorial (mm) de la mora de castilla en diferentes períodos. Nono, 2018.

F de V	gl	Diámetro ecuatorial (mm)											
		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre	
		SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	14	0,44		0,22		0,75		2,66		0,38		9,04	
Tratamiento	4	0,11	0,03 ^{ns}	1,00E-02	0,0034 ^{ns}	0,13	0,03 ^{ns}	1,09	0,27 ^{ns}	0,15	0,04 ^{ns}	2,2	0,55 ^{ns}
Repetición	2	0,12	0,06	0,16	8,00E-02	0,08	0,04	0,95	0,47	0,01	4,60E-03	1,09	0,54
EE	8	0,22	0,03	0,05	0,01	0,53	0,07	0,62	0,08	0,22	0,03	5,75	0,72
CV(%)		3,72		1,68		6,01		6,74		4,16		23,62	

Nota: ns: nos significativo; *significativo (<5%); ** altamente significativo (<1%)

En la tablas 17 y 18 se observa que los diámetros entre tratamientos son estadísticamente iguales por lo que no se realizó un análisis funcional con prueba de Tukey al 5%.

Durante el mes de noviembre se registraron los promedios más bajos del diámetro polar (Tabla 17) y diámetro ecuatorial del fruto (Tabla 18). Se observa que los promedios llegan hasta un mínimo de 11,22 mm mientras que el promedio es de 19,22 mm.

Tabla 17.

Promedios y desviación estándar ($\leq 0,05$) del diámetro polar (mm) de los frutos de mora de castilla en diferentes períodos. Nono, 2018.

Tratamientos	Diámetro polar (mm)					
	Junio	Julio	Agosto	Septiem.	Octubre	Noviem.
2 (Carbendazim)	20,48±4,2	21,96±0,5	21,66±1,3	20,65±2,8	17,42±2,3	16,66 ±1,5
3 (Mirtáceas)	21,39±1,2	21,55±0,6	21,08±3,4	20,33±1,5	16,27±2,8	15,71 ±1,5
4 (Metabolitos bacterianos)	22,15±5	21,89±0,4	20,50±3,4	15,19±7,4	17,65±2,1	16,41 ±1
5 (<i>Trichoderma spp.</i>)	22,34±1,7	21,84±0,2	19,69 ±5	17,52±2,7	16,47±3,2	11,22 ±4,7
1 (Testigo)	22,54±1,5	22,02±1,2	19,10±2,9	21,03±2,2	18,86±0,4	14,95 ±0,5
Error Estándar	1,72	0,40	2,53	1,90	1,39	1,60

Nota: promedios seguidos de la misma letra, son estadísticamente iguales

Tabla 18.

Promedios y desviación estándar ($\leq 0,05$) del diámetro ecuatorial (mm) en los frutos de mora de castilla en diferentes períodos. Nono, 2018.

Tratamientos	Diámetro ecuatorial (mm)					
	Junio	Julio	Agosto	Septiem.	Octubre	Noviem.
4 (Metabolitos bacterianos)	17,85±1,9	21,18±1,6	17,72±1,8	12,36±5,6	15,49±0,3	13,84±0,2
2 (Carbendazim)	18,37±1,2	21,36±2	18,38±1,7	17,68±2,4	14,48±1,9	14,11±0,7
3 (Mirtáceas)	19,18±1,8	21,18±0,9	17,97±1,6	17,42±0,2	13,55±0,9	14,35±2,1
1 (Testigo)	19,53±2,2	21,94±0,8	17,23±2,1	17,40±2,6	15,73±1,5	14,53±0,5
5 (<i>Trichoderma spp.</i>)	19,87±0,5	21,50 ±1	16,10±2,9	16,61±2,4	15,06±0,8	10,64±4,7
Error Estándar	0,85	0,43	1,24	1,23	0,77	1,33

Nota: promedios seguidos de la misma letra, son estadísticamente iguales

Las variaciones de tamaño posiblemente se debe a que durante el mes de noviembre existió una alta precipitación llegando a un máximo de 1,69 mm y una humedad relativa de 91,20% en la semana 46. Agronomía Colombiana (2015) registró diámetros del fruto entre 20,1 a 22,3 mm y además añade que lugares con temperaturas bajas (1-3°C) y en climas fríos el desarrollo del fruto se ve afectado ya que no existen suficientes unidades de calor. De igual manera Prasad (2014) afirma que la temperatura y luminosidad tienen efectos significativos en la morfología del fruto de la mora de castilla; también añade que estas diferencias puede deberse al genotipo, edad y manejo que se le da al cultivo.

5.2.3. Firmeza (N)

En esta sección se presenta el análisis de varianza de la variable de firmeza (N), registrada una vez mensualmente durante la duración del estudio. En la tabla 19 se observa que en la firmeza existieron diferencias significativas al 5% entre los tratamientos en el mes de septiembre, no así en los otros meses del estudio. Los coeficientes de variación se encuentran en los rangos aceptados, sin embargo se observa que el mayor coeficiente se encuentra en el mes de noviembre con 17,72%.

Tabla 19.

Análisis de varianza de la firmeza (N) de la mora de castilla realizado en diferentes períodos. Nono, 2018.

F de V	gl	Firmeza (N)																	
		Junio			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre		
		SC	CM	CM	SC	CM	CM	SC	CM	CM	SC	CM	CM	SC	CM	CM	SC	CM	
Total	14	0,06		0,03		0,59		0,38		0,34		1,12							
Tratamiento	4	0,01	0,0023 ^{ns}	1,00E-02	0,003 ^{ns}	2,70E-01	0,07 ^{ns}	0,14	0,04 [*]	0,1	0,03 ^{ns}	0,26	0,07 ^{ns}						
Repetición	2	0,01	4,00E-03	3,00E-03	1,50E-03	2,00E-02	0,01	0,18	0,09	0,02	0,01	0,12	0,06						
EE	8	0,04	5,00E-03	0,02	2,20E-03	0,31	0,04	0,05	0,01	0,21	0,03	0,74	0,09						
CV(%)		4,41		2,47		12,09		5,6		10,35		17,72							

Nota: ns: no significativo; *significativo (<5%); ** altamente significativo (<1%)

Se observa que en la tabla 20 existen diferencias significativas al 5% en el mes de septiembre por lo que se realizó un análisis funcional con prueba de Tukey al 5%. Estas diferencias se pueden deber a que en la semana 37 se registró una temperatura máxima de 24,68°C y con una precipitación de 1,16 mm; lo que pudo afectar directamente a la firmeza del fruto.

Tabla 20.

Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de la firmeza (N) en los frutos de mora de castilla en diferentes períodos. Nono, 2018.

Tratamientos	Firmeza (N)					
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
4 (Metabolitos bacterianos)	1,67±0,1	2,38±0,2	1,73±0,1	0,81±0,4 a	1,85±0,1	2,58±0,9
5 (<i>Trichoderma spp.</i>)	1,59±0	2,46±0,2	1,23±0,7	0,93±0,3 ab	1,23±0,7	1,70±1
3 (Mirtáceas)	1,59±0,5	2,54±0,1	1,95 ±1	1,30±0,4 ab	1,26±0,5	1,82±0,8
2(Carbendazim)	1,43±0,1	2,60±0,2	2,36±0,5	1,39±0,5 ab	1,32±0,6	2,44±0,3
1 (Testigo)	1,59±0	2,69±0,2	1,21±0,4	1,59±0,6 b	1,69±0	2,45±0,3
Error Estándar	0,13	0,10	0,38	0,15	0,28	0,38

Nota: promedios seguidos de la misma letra, son estadísticamente iguales

La pérdida de la firmeza de los frutos está directamente relacionado con el aumento de la temperatura, este comportamiento se relaciona con la reducción de la actividad de las enzimas poligalacturonasa y celulasa (Guzmán, Cuenca y Tacuri, 2018). Estas enzimas son las responsables de la degradación de la peptina y la celulosa respectivamente, lo que causa el reblandecimiento del fruto. De igual manera se identifica que con el aumento del estado de madurez del fruto las paredes celulares se debilitan y se empieza a perder agua como consecuencia del comportamiento de la enzima hidrolasa, es por esto que se asegura que se debe cosechar en el grado de madurez óptimo, ya que frutos cosechados en estados de madurez altos, las paredes celulares se degradan más rápido que frutos con un índice de maduración temprana (Deaquiz y Brigitte 2015).

5.2.4. Sólidos solubles totales (°Brix)

A continuación se presentan los análisis de varianza de SST (°Brix), acidez (% ác. cítrico) y pH (log H⁺). Las mediciones de cada una de las variables se realizaron mensualmente durante el tiempo del estudio. En la tabla 21 se puede observar que existieron diferencias significativas al 5% solo en el mes de septiembre. Por otro lado, los coeficientes de variación fluctúan desde 2,18% hasta 21,74%.

Tabla 21.
Análisis de varianza de sólidos solubles totales (°Brix) de la mora de castilla en diferentes períodos. Nono, 2018.

F de V	gl	SST (°Brix)																	
		Junio			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre		
		SC	CM	CM	SC	CM	CM	SC	CM	CM	SC	CM	CM	SC	CM	CM	SC	CM	CM
Total	14	0,66		0,17		0,36		0,22		0,91		0,21		0,05 ^{ns}		0,74		0,18 ^{ns}	
Tratamiento	4	0,19	0,05 ^{ns}	0,03	0,01 ^{ns}	0,03	0,01 ^{ns}	0,1	0,03 [*]	0,21	0,05 ^{ns}	0,21	0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,98	0,49	0,49	
Repetición	2	0,09	0,04	0,06	0,03	0,06	0,03	0,08	0,04	0,11	0,05	0,11	0,05	0,05	0,98	0,49	0,49	0,49	
EE	8	0,38	0,05	0,08	0,01	0,27	0,03	0,04	4,60E-03	0,59	0,07	0,59	0,07	0,07	3,34	0,42	0,42	0,42	
CV(%)		7,1		3,18		5,79		2,18		8,54		21,74		21,74		21,74		21,74	

Nota: ns: no significativo; *significativo (<5%); ** altamente significativo (<1%)

Debido a las diferencias significativas entre tratamientos, en cuanto a SST, en el mes de septiembre, se puede identificar en la tabla 22 el análisis funcional de Tukey al 5%. Los SST en este mes llegaron a un promedio de 8,72 °Brix. A nivel climático se presentó una de las temperaturas más altas durante el estudio con 26,77°C en la semana 39 (Anexo 3), y una nubosidad de 5 octavos (fracción del cielo que está cubierta de nubes) durante la semana 37.

Tabla 22.

Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) de los sólidos solubles totales (°Brix) en los frutos de mora de castilla en diferentes períodos. Nono, 2018.

Tratamientos	SST (°Brix)						
	Junio	Julio	Agosto	Septiem.	Octubre	Noviem.	
1(Testigo)	7,53±1,4	9,37±0,8	9,33±1,1	9,20±0,8	b	8,87±0,8	10,43±2,1
3(Mirtáceas)	7,87±2	9,17±0,7	8,87±0,6	8,00±0,9	a	8,80±1,9	8,13±1,2
2(Carbendazim)	8,40±0,6	8,53±0,2	9,03±1,2	9,03±0,5	ab	8,87±2,8	9,07±2,2
4(Metabolitos bacterianos)	8,73±0,9	9,00 ±1	8,80±1,4	8,23±0,5	ab	8,83±0,6	7,40±0,5
5 (<i>Trichoderma spp.</i>)	9,50±1,1	8,73±0,8	9,53±1,4	9,17±0,7	ab	10,73±0,7	9,27±0,8
Error Estándar	0,76	0,36	0,67	0,24		0,97	0,85

Nota: promedios seguidos de la misma letra, son estadísticamente iguales

Las altas temperaturas y una nubosidad media posiblemente afectaron a la formación de azúcares solubles en los frutos. En un estudio realizado se afirmó que la variedad *R. glaucus* presenta los mayores SST en comparación con otras variedades. La variedad castilla puede llegar a presentar 11,3° Brix debido al piso altitudinal en el que se encuentra y los diferentes parámetros climáticos (Deaquiz y Brigitte, 2015). En otra investigación se obtuvo promedios de °Brix menores a los reportados por otros autores por lo que atribuyen esta razón al clima ya que se explica que los SST se encuentran influenciados por las altas luminosidades o insolaciones lo que induce a la formación de más sólidos solubles totales durante las primeras etapas de la fructificación (Grijalba, Calderón y Pérez, 2010).

En otro estudio se reportaron valores de SST 6,53 °Brix y 8,11 °Brix con diferentes estados de madurez, por lo que afirman que existe un aumento de los SST en relación al aumento de la madurez del fruto. Lo anterior se debe a que existen algunos solutos que se depositan en la vacuola y a medida que la madurez va aumentando estos solutos son transformados en azúcares solubles (Moreno y Deaquiz, 2016).

5.2.5. Acidez (% ácido cítrico)

En la tabla 23 se presenta el análisis de varianza de la acidez (% ácido cítrico) del fruto de mora de castilla agrupados en los seis meses que se realizó el estudio. Los coeficientes de variación están dentro de los rangos aceptados y fluctúan entre 19,97% y 28,73%, siendo el último el coeficiente más alto registrado en esta variable. En esta misma tabla se observa que no existieron diferencias estadísticas entre las alternativas tecnológicas que se aplicaron en el estudio por lo que no se realiza la prueba de Tukey al 5%.

Tabla 23.

Análisis de varianza de la acidez (% ácido cítrico) de la mora de castilla realizado en diferentes períodos. Nono, 2018.

F de V	gl	Acidez (% ácido cítrico)											
		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre	
		SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	14	2,6		3,25		2,58		1,92		2,09		1,63	
Tratamiento	4	0,74	0,18 ^{ns}	0,99	0,25 ^{ns}	1,03	0,26 ^{ns}	0,77	0,19 ^{ns}	0,37	0,09 ^{ns}	0,21	0,05 ^{ns}
Repetición	2	0,46	0,23	0,8	0,4	0,25	0,12	0,26	0,13	0,07	0,04	0,16	0,08
EE	8	1,41	0,18	1,45	0,18	1,3	0,16	0,9	0,11	1,65	0,21	1,26	0,16
CV(%)		25,08		26,05		24,08		19,97		28,85		28,73	

Nota: ns: no significativo; *significativo (<5%); ** altamente significativo (<1%)

Tabla 24.

Promedios y desviación estándar de la acidez (% ácido cítrico) de la mora de castilla realizado en diferentes períodos. Nono, 2018.

Tratamientos	Acidez (% ácido cítrico)					
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
4 (Metabolitos bacterianos)	1,04±1,8	1,89±1,60	1,79±1,6	0,83 ±1,4	1,18±1,1	0,90±0,8
2 (Carbendazim)	1,70±1,5	3,35 ± 0,8	2,75±0,4	2,75 ±0,3	1,21±1,3	1,17±1,1
1 (Testigo)	1,73±1,6	1,81 ± 1,7	0,76±1,3	2,45 ±0,4	1,46±1,3	0,78±1,4
5 (<i>Trichoderma spp.</i>)	2,56±0,4	1,64 ±1,4	1,61±1,4	1,71 ±1,5	2,49±0,5	0,71±1,2
3 (Mirtáceas)	2,81±0,5	0,78 ±1,4	2,94±0,5	1,95 ±0,7	1,77±1,5	1,51±0,5
Error Estándar	0,73	0,74	0,66	0,58	0,75	0,64

Nota: promedios seguidos de la misma letra, son estadísticamente iguales

De todas las mediciones realizadas durante la investigación se obtuvo una acidez máxima de 2,94% (Tabla 20). En una investigación realizada se registraron valores de acidez titulable entre 2,20-2,47%; además se identificó que al aumentar la madurez del fruto, la acidez empieza a disminuir, esto es debido al aumento de la tasa de respiración y el contenido de azúcares solubles (Iza, Rojas, y Arguello, 2016). De igual manera otros autores concuerdan que el porcentaje de los ácidos orgánicos empiezan a reducirse en relación al aumento del estado de madurez. Esto se debe a que en el proceso de maduración los ácidos orgánicos son utilizados en la respiración como sustratos para la síntesis de diferentes moléculas (Deaquiz y Brigitte, 2015).

5.2.6. pH (log H⁺)

En la tabla 25 se presenta el análisis de varianza para la variable de pH (log H⁺). Se observa que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. El valor más alto del coeficiente de variación fue de 13,69%, lo cual está dentro de los rangos permitidos.

Tabla 25.

Análisis de varianza del pH ($\log H^+$) de la mora de castilla realizado cada mes de la investigación en la parroquia de Mono, 2018.

F de V	gl	pH ($\log H^+$)													
		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre			
		SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM		
Total	14	0,01		0,01		0,01		0,02		0,01		0,01		0,9	
Tratamiento	4	9,00E-04	2,2E-04 ^{ns}	3,90E-03	9,8E-04 ^{ns}	7,10E-04	1,8E-04 ^{ns}	4,30E-03	1,1E-03 ^{ns}	2,10E-03	5,2E-04 ^{ns}	5,2E-04 ^{ns}	0,27	0,07 ^{ns}	
Repetición	2	4,70E-04	2,40E-04	1,10E-03	5,70E-04	4,90E-03	2,50E-03	1,20E-03	6,20E-04	1,90E-03	9,70E-04	9,70E-04	0,08	0,04	
EE	8	3,90E-03	4,90E-04	4,30E-03	5,40E-04	4,10E-03	5,10E-04	0,01	1,50E-03	4,20E-03	5,20E-04	5,20E-04	0,55	0,07	
CV(%)		1,11		1,15		1,11		1,91		1,2		13,69			

Nota: ns: no significativo; *significativo (<5%); ** altamente significativo (<1%)

Debido a que no existieron diferencias significativas no se realizó un análisis funcional con prueba de Tukey al 5%. El valor máximo de pH fue de 3,19 y el valor mínimo que se presentó fue de 2,62; esto se obtuvo durante toda la duración del estudio (Tabla 26). En un estudio realizado se reportó un rango de valores entre 2,64 y 2,88 con ligeros cambios del pH de acuerdo al grado de madurez del fruto (Ayala, 2013).

Tabla 26.

Promedios y desviación estándar del pH (log H⁺) en los frutos de mora de castilla en diferentes períodos. Nono, 2018.

Tratamientos	pH (log H ⁺)					
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
2(Carbendazim)	2,98±0	3,01±0	3,10±0,1	3,11±0,2	2,62±0,1	2,91±0,2
1 (Testigo)	3,00±0,1	3,02±0,1	3,18±0,1	3,08±0,1	2,62±0,1	2,93±0,1
3 (Mirtáceas)	3,02±0,1	2,98±0,1	3,12±0,2	3,01±0,1	2,68±0,1	2,86±0,1
5 (<i>Trichoderma spp.</i>)	3,03±0,1	3,04±0	3,14±0,1	3,00±0,1	2,54±0	2,91±0,1
4 (Metabolitos bacterianos)	3,07±0	3,17±0,1	3,15±0,1	3,19±0,2	2,63±0,1	2,95±0,2
Error Estándar	0,05	0,05	0,05	0,09	0,05	0,04

Nota: promedios seguidos de la misma letra, son estadísticamente iguales

Este comportamiento, anteriormente mencionado, se debe a que a partir del grado 3 de madurez (figura 2) existe una acumulación de glucosa y sacarosa en la vacuola haciendo que la concentración de H⁺ disminuya. De igual manera se describe que este incremento del pH puede deberse a las condiciones climáticas, ya que a mayores temperaturas en los primeros días de la poscosecha existe una variación en las características químicas (Iza, Rojas y Arguello, 2016).

A partir del análisis realizado en cada una de las variables se llegó a determinar que no existieron efectos en la calidad físico-química de la mora de castilla después de la aplicación de productos biológicos, orgánico y químico. Sin embargo, en las variables de firmeza y sólidos solubles totales si existieron diferencias estadísticas en el mes de septiembre. Esto posiblemente se deba a que en el mes de septiembre se registró el inicio de precipitaciones llegando a obtener un total de 1,23 mm (Anexo 3).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

La aplicación de diferentes alternativas tecnológicas no tuvo efecto en el control de *Botrytis sp.* durante los meses que presentaron temperaturas altas (29,41°C) HR baja (75,23%) y sin lluvias (0 mm), que correspondió a los meses de junio hasta agosto de 2018. Mientras que en los meses que se presentaron las precipitaciones los productos de Carbendazim (0,93%), *Trichoderma spp.* (2,67%) y Mirtáceas (1,43%) tuvieron los mejores resultados para el control del hongo.

El uso de las alternativas tecnológicas durante el estudio no afectó al rendimiento mensual de fruta. Los rendimientos fluctuaron entre 59,33 g/parcela (Metabolitos bacterianos) y 1124,33 g/parcela (Carbendazim).

La calidad física y química de los frutos de mora de castilla no se vio afectada por los diferentes tratamientos utilizados en el estudio.

Los sólidos solubles totales (8,88°Brix), la firmeza (1,78N), la acidez (1,60%) y el pH (2,97 log H⁺) registrados en el estudio presentaron valores que se encuentran dentro de los rangos normales.

El control de *Botrytis cinerea* con el uso de biocontroladores puede ser utilizado como alternativa en los cultivos para disminuir el uso de productos sintéticos. El uso de *Trichoderma spp.* tiene ligeros beneficios en el rendimiento y control de la enfermedad de moho gris. A pesar de que la implementación de controladores biológicos como *Trichoderma spp.* representa un gasto muy alto para los agricultores, esto puede impulsar el desarrollo de productos orgánicos dentro del país y lograr disminuir la residualidad de productos de síntesis en frutas y vegetales.

6.2. Recomendaciones

Se requiere realizar una evaluación a nivel de laboratorio para identificar la especie de *Botrytis sp.* con el fin de planificar su manejo.

Determinar el efecto de las alternativas tecnológicas durante los meses de lluvias para conocer su efectividad con una incidencia de *Botrytis sp.* alta.

Realizar un análisis poscosecha de la fruta cosechada para determinar que producto tiene cierto efecto en la vida útil de la mora de castilla.

REFERENCIAS

- Aguinaga, M. (2013). *Evaluación agronómica y pomológica de clones experimentales de mora de castilla (Rubus glaucus Benth) en Cotacachi*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. Recuperado el 21 de Abril de 2018, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6883/1/03%20AGP%20195%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Agronomía Colombiana. (2015). Caracterización de la calidad del fruto de mora de 'Castilla' (*Rubus glaucus* Benth.) en diferentes estados de madurez en Antioquia, Colombia. *Agronomía Colombiana*, 74-83. Recuperado el 01 de Septiembre de 2018, de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/47132/51272>
- Alencastro, L. (2011). *Alternativas ecológicas para el control del moho gris (Botrytis cinerea) en mora de castilla (Rubus glaucus Benth)*. Salgolqui: Escuela Politécnica del Ejército. Recuperado el 12 de Septiembre de 2018, de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/4593/T-ESPE-IASA%20I-00457O.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ayala, G., Jácome, R., Martínez, A., Villares, M., Viteri, P., e Hinojosa, M. (2016). Labores culturales: control de malezas, poda, sistemas de conducción y riego. En D. Galarza, S. Garcés, J. Velásquez, V. Sánchez, y J. Zambrano, *El cultivo de la mora en el Ecuador* (pp. 105-112). Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Ayala, L. (2013). Caracterización fisicoquímica de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) en seis estados de madurez. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Recuperado el 07 de Julio de 2018, de

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1692-35612013000200002

- Ayala, L. (2013). *Variables determinantes de la madurez comercial en la mora de castilla (Rubus glaucus Benth)*. Tolima: Scientia Agrolimentaria. Recuperado el 19 de Octubre de 2018, de <http://revistas.ut.edu.co/index.php/scientiaagro/article/view/29>
- Beltrán, E. (2015). *Caracterización fisiológica de Rubus glaucus en función del crecimiento productivo y del microambiente, en el corregimiento el Encano-Nariño (Colombia)*. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño. Recuperado el 03 de Junio de 2018, de <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90679.pdf>
- Brito, B., Montalvo, D., Freire, V., Vásquez, W., Viterí, P., Martínez, A., y Jácome, R. (2016). Calidad en la cosecha, poscosecha y comercialización. En D. Galarza, S. Garcés, J. Velásquez, V. Sánchez, & J. Zambrano, *El cultivo de la mora en el Ecuador* (pp. 137-163). Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Capelo, G. (2008). *Evaluación de 10 fungicidas en el control de Botrytis cinerea Pers.: Fr. en el cultivo de Fresa (Fragaria virginiana Var. Diamante) a nivel de laboratorio*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Recuperado el 25 de Agosto de 2018, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3035/1/tag281.pdf>
- Cárdenas, Y. (2013). *Evaluación agronómica y fenología de dos clones de mora sin espinas (Rubus glaucus Benth) para determinar su potencial comercial. Tumbaco, Ecuador*. Quito: UCE. Recuperado el 03 de Octubre de 2017, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1005>
- Chavez, M. (2006). *Producción de Trichoderma sp. y evaluación de efecto en cultivo de crisantemo (Dendranthema grandiflora)*. Bogotá: Pontificia

Universidad Javeriana. Recuperado el 28 de Junio de 2018, de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8312>

Cholango, L. (2009). *Selección de cepas de Trichoderma sp. in vitro, para el control de problemas radiculares en flores de verano. Checa-Ecuador*. Quito: Escuela Politécnica del Ejercito. Recuperado el 16 de Agosto de 2018, de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2599/1/T-ESPE-IASA%20I-004154.pdf>

Conectarural. (2014). *Manual Técnico del Cultivo de Mora Bajo Buenas Prácticas Agrícolas*. Medellín: Gobernación de Antioquia. Recuperado el 18 de Julio de 2018, de <https://conectarural.org/sitio/material/manual-tecnico-del-cultivo-de-mora-bajo-buenas-practicas-agricolas>

DANE. (2013). *El cultivo de la mora de Castilla (Rubus glaucus Benth) frutal de clima frío moderado, con propiedades curativas para la salud humana*. Bogotá: SIPSA. Recuperado el 15 de Abril de 2018, de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/ins-umos_factores_de_produccion_nov_2013.pdf

Deaquiz, Y., y Brigitte, M. (2015). Parámetros Poscosecha en dos Materiales de Mora (Rubus Glaucus Benth Y Rubus Alpinus Macfad). *Revista Cultura Científica*, 16-25. Recuperado el 21 de Octubre de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/304999743_Parametros_Poscosecha_en_dos_Materiales_de_Mora_Rubus_Glaucus_Benth_Y_Rubus_Alpinus_Macfad

Del Puerto Rodriguez, A., Suarez, S., y Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3). Recuperado el 28 de Noviembre de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010

- Delgado, F. (2012). *Manejo orgánico del cultivo de mora (Rubus sp.)*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Recuperado el 23 de Marzo de 2018, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3074/1/mag129.pdf>
- Grijalba, C., Calderón, L., & Pérez, M. (2010). Rendimiento y calidad de la fruta en mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth), con y sin espinas, cultivada en campo abierto en Cajicá (Cundinamarca, Colombia). *Facultad de Ciencias Básicas*. Recuperado el 17 de Junio de 2018, de https://www.researchgate.net/profile/Maria_Perez-Trujillo/publication/277264501_Rendimiento_y_calidad_de_la_fruta_en_mora_de_castilla_rubus_glaucus_benth_con_y_sin_espinas_cultivada_en_campo_abierto_en_Cajica_Cundinamarca_Colombia/links/55c8926408aeca747d
- Guevara, J. (2016). *Evaluación del efecto antifúngico de quitosano para el control de podredumbres en mora de castilla (Rubus glaucus) durante el período de poscosecha*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Recuperado el 16 de Julio de 2018, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16516>
- Guzmán, T., Cuenca, K., y Tacuri, E. (2018). Caracterización de la poscosecha de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) tratada con 1-metilciclopropeno. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542018000100007
- Hincapié, O., Saldarría, A., y Díaz, C. (2016). Biological, botanical and chemical alternatives for the control of blackberry (*Rubus glaucus* Benth) diseases. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 70(2). Recuperado el 13 de Abril de 2018, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472017000208169

- ICA. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas*. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario. Recuperado el 10 de Abril de 2018, de <https://www.ica.gov.co/getattachment/bb883b42-80da-4ae5-851f-4db05edf581b/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-hortalizas.aspx>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). *NTE INEN 2427:2010. Frutas frescas. Mora. Requisitos*. Quito: INEN. Recuperado el 23 de Noviembre de 2018, de <https://archive.org/details/ec.nte.2427.2010>
- Iza, F., Rojas, X., & Arguello, Y. (2016). *Línea base de la calidad de la mora de castilla (Rubus glaucus) en su cadena alimentaria*. Quito: Enfoque UTE. doi: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n3.107>
- Jácome, J., Ayala, G., Martínez, A., Viteri, P., Vásquez, W., y Sotomayor, A. (2016). Caracterización del sistema de producción, zonas de producción y tipificación de productores del Ecuador. En D. Galarza, S. Garcés, J. Velásquez, V. Sánchez, & J. Zambrano, *El cultivo de mora en el Ecuador* (pp. 34-35). Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Jairo, J. (2011). *Manejo integrado de plagas en mora*. Bogotá: ICA. Recuperado el 12 de Mayo de 2018, de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Mora/Documentos/005%20-%20Documentos%20T%C3%A9cnicos/D.T%20-%20Manejo%20integrado%20de%20enfermedades.pdf>
- Jiménez, E. (2009). *Métodos de control de plagas*. Managua: Universidad Nacional Agraria. Recuperado el 30 de Marzo de 2018, de <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>
- Junaid, J., Dar, N., Bhat, T., Bhat, A., y Bhat, M. (2013). Commercial Biocontrol Agents and Their Mechanism of Action in the Management of Plant Pathogens. *International Journal of Modern Plant & Animal Sciences*. Recuperado el 03 de Marzo de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/285806799_Commercial_Bi

ocontrol_Agents_and_Their_Mechanism_of_Action_in_the_Management_of_Plant_Pathogens

- Lorito, M., C, H., A, Z., F, Sorbo, G., Woo, S., y Harman, G. (1994). Potential of genes and gene products from *Trichoderma* sp. and *Gliocladium* sp. for the development of biological pesticides. *Molecular Biotechnology*, 209-217. Recuperado el 11 de Mayo de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/225522796_Potential_of_genes_and_gene_products_from_Trichoderma_sp_and_Gliocladium_sp_for_the_development_of_biological_pesticides
- MAGAP. (2012). *Reporte de Resultados del Censo Provincial Completo en excel (Todas las provincias)*. Recuperado el 03 de Octubre de 2017, de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/resultados-provinciales>
- Marco Brown, L., y Reyes Gil, E. (2003). Tecnologías limpias aplicadas a la agricultura. *Interciencia*, 28(5), 252-258. Recuperado el 01 de Abril de 2018, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442003000500002&script=sci_abstract
- Martínez, B., Infante, D., y Y, R. (2013). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista Protección Vegetal*, 28(1). Recuperado el 12 de Septiembre de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522013000100001
- Martínez, L., Bello, P., y Castellanos, O. (2012). *SOSTENIBILIDAD Y DESARROLLO: el valor agregado de la agricultura orgánica*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 10 de Junio de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/306091337_Sostenibilidad_y_Development_el_valor_agregado_de_la_agricultura_organica
- Molina, G., Rotta, C., y Torres, E. (2004). Incidencia de infecciones quiescentes de *Botrytis cinerea* en flores y frutos de mora de castilla (*Rubus*

- glaucus Benth.). *Agronomía Colombiana*. Recuperado el 29 de Agosto de 2018, de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/17750>
- Moreno, B., y Deaquiz, Y. (2014). Caracterización de parámetros fisicoquímicos en frutos de mora (*Rubus alpinus* Macfad). *Acta Agronómica*. Recuperado el 07 de Septiembre de 2018, de https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/45587
- Naher, L., Yusuf, U., Ismail, A., y Hossain, K. (2014). TRICHODERMA SPP.: A BIOCONTROL AGENT FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF PLANT DISEASES. *Pakistani Journal of Botany*, 46(4), 1489-1493. Recuperado el 16 de Marzo de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/281736621_Trichoderma_spp_A_biocontrol_agent_for_sustainable_management_of_plant_diseases
- Peñaranda, E., Jiménez, A., Galindo, J., y Rivero, M. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la mora*. Bogotá: Produmedios. Recuperado el 18 de Noviembre de 2018, de <https://www.ica.gov.co/getattachment/b7e061eb-ebd3-4f80-9518-c771712405eb/-nbsp3bmanejo-fitosanitario-delcultivo-de-la-mora.aspx>
- Poalacin, J. (2015). *Estudio del adecuado crecimiento del hongo Trichoderma harzianum y Trichoderma hamatum en sustrato sólido*. Quito: Universidad Central del Ecuador. Recuperado el 14 de Septiembre de 2018, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4776>
- Prasad, T. (2014). *Understanding the effects of temperature on raspberry physiology and gene expression profiles*. Denmark: Aarhus University. Recuperado el 17 de Marzo de 2018, de https://pure.au.dk/ws/files/69019160/Understanding_the_effects_of_temperature_on_raspberry_physiology_and_gene_TGO.pdf

- PRO ECUADOR. (2016). *Perfil sectorial de frutas no tradicionales*. Recuperado el 03 de Octubre de 2017, de Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones:<http://www.proecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/2016/04/PERFIL-FRUTAS-NO-TRADICIONALES.pdf>
- Quinatoa, N. (2015). *Evaluación del control de botrytis (Botrytis cinerea) en el cultivo de mora (Rubus glaucus Benth) mediante el uso de Trichoderma y EMAS en la comunidad de Misquillí de la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 02 de Agosto de 2018, de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/18281>
- Rajesh, W., Shelake, R., y Ambalal, S. (2016). Trichoderma: A significant fungus for agriculture and environment. *African journal of agricultural research*, 11(22). Recuperado el 29 de Marzo de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/303703234_Trichoderma_A_significant_fungus_for_agriculture_and_environment
- Ramón, V., y Rodas, F. (2007). *El control orgánico de plagas y enfermedades de los cultivos y la fertilización natural del suelo*. Lima: GROEM HART. Recuperado el 23 de Junio de 2018, de http://caminosostenible.org/wpcontent/uploads/BIBLIOTECA/guia_control_organico_plagas.pdf
- Rivadeneira, M. (2016). *Efecto de Trichoderma spp. en el cultivo de mora de castilla (Rubus glaucus) plantado en diferentes condiciones ambientales de la granja experimental de Nono*. Quito: UDLA. Recuperado el 05 de Marzo de 2018, de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/6218>
- Rodríguez, I. (2018). *Aplicación de nutrientes foliares en los estados fenológicos del cultivo de mora (Rubus glaucus Benth) en la granja experimental Píllaro*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 19 de Mayo de 2018, de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27128>

- Sánchez, J., Villares, M., Niño, Z., y Ruilova, M. (2018). Effect of the altitudinal floor on the quality of mora (*Rubus glaucus* benth) in the interand region of Ecuador. *Idesia (Arica)*, 209-215. Recuperado el 17 de Octubre de 2018, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-34292018000200209&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- SINAGAP. (04 de Enero de 2016). *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca*. Recuperado el 28 de Mayo de 2018, de Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/resultados-censo-nacional/file/591-reporte-de-resultados-censo-nacional-completo>
- Van Driesche, R., Hoddle, M., y Center, T. (2007). *Control de plagas y malezas por enemigos naturales*. Washington D.C.: USDA. Recuperado el 18 de Abril de 2018, de https://www.fs.fed.us/foresthealth/technology/pdfs/VANDRIESCHE_CONTROL_Y_PLAGAS_WEB.pdf
- Villares, M., Martínez, A., Viterí, P., Viera, W., Jácome, R., Ayala, G., y Noboa, M. (2016). Manejo de plagas identificadas en el cultivo de la mora de castilla. En D. Galarza, S. Gárces, J. Velásquez, V. Sánchez, & J. Zambrano, *El cultivo de la mora en el Ecuador* (pp. 117-134). Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Viteri, P., Vásquez, W., Martínez, A., Viera, W., Sotomayor, A., Mejía, P., y Brito, B. (2016). Características generales de la planta, variedades cultivadas y clones promisorios de mora. En D. Galarza, S. Gárces, J. Velásquez, V. Sánchez, & J. Zambrano, *El cultivo de la mora en el Ecuador* (pp. 39-54). Quito: Instituto Nacional de INvestigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Zhang, H., Komla, G., Castoria, R., Tibiru, M., y Yang, Q. (2017). Augmentation of biocontrol agents with physical methods against postharvest diseases of fruits and vegetables. *Trends in Food Science &*

Technology (pp.36-45). Recuperado el 19 de Agosto de 2018, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224416303491>



ANEXOS





Anexo 1. Principales provincias productora de mora de castilla en el Ecuador, 2016.




Provincia	Tipo de cultivo	UPAs	Ha.	SUPERFICIE EN EDAD PRODUCTIVA (Hectáreas)	SUPERFICIE COSECHA DA (Hectáreas)	PRODUCCIÓN (Tm.)	VENTAS (Tm.)
Azuay	permanentes monocultivos	208	69	67	65	114	110
	asociados	625	123	122	121	152	150
Bolívar	permanentes monocultivos	1.217	1.098	nd	nd	12	*
	asociados	9	*				
Chimborazo	permanentes monocultivos	261	90	64	58	79	78
	asociados	82	42	38	31	12	12
Cotopaxi	permanentes monocultivos	1.852	1.360	1.332	1.325	5.072	5.025
	asociados	36	*	*	*	*	*
Imbabura	permanentes monocultivos	376	79	62	58	67	61
	asociados	82	21	*	*	*	*
Pichincha	permanentes monocultivos	239	62	45	41	75	65
	asociados	102	*	*	*	*	*
Tungurahua	permanentes monocultivos	6.696	1.255	1.191	1.076	3.710	3.610
	asociados	2.681	968	894	637	1.005	949
TOTAL	permanentes monocultivos	10.909	4.046	3.779	3.636	10.490	10.283
	asociados	3.637	1.201	1.115	848	1.287	1.211

Tomado de (SINAGAP, 2016)

Anexo 2. Fases fenológicas de la mora de castilla.

Fase	Descripción	Fotografía
A1	<ul style="list-style-type: none">• Sépalos cerrados• Mayor diámetro que longitud	
A2	<ul style="list-style-type: none">• Flor elongada cerrada• Mayor longitud que diámetro	

<p>B1</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inicio etapa de floración • Sépalos ligeramente separados 	
<p>B2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Flor abierta • Sépalos completamente abiertos (horizontales) • Pétalos abiertos y separados • Visibilidad de estambres, anteras y pistilos de color amarillo verdoso 	
<p>C1</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Caída primeros pétalos • Inicio de polinización • Anteras de color café y pistilos amarillos verdosos • Sépalos ligeramente caídos. 	
<p>C2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pétalos completamente caídos • Pistilos ligeramente de color rojo y estambres color café oscuro. • Sépalos con curvatura hacia el envés. 	

<p>D1</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fruto fecundado • Pistilos rojos, al interior se ve drupas de color verde • Sépalos curvados • Presencia de estambres 	
<p>E</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fruto en desarrollo con drupas de color rojo claro • Presencia de sépalos 	
<p>F</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fruto maduro • Longitud de 25 mm y diámetro de 20 mm • Fruto con color morado negruzco. 	

Adaptado de (Viteri, *et al.*, 2016, p. 51)

Anexo 3. Condiciones climáticas de la Granja Experimental UDLA en Nono, 2018.

# Semana	Promedio semanal		Temp. promedio (°C)	Temp. min (°C)	Temp. máx (°C)	HR % promedio	Precipitación promedio (mm)	Nubosidad promedio (octavos)
	Desde	Hasta						
23	4/6/2018	10/6/2018	13,27	5,57	23,42	91,29	0,34	5,52
24	11/6/2018	17/6/2018	12,71	4,97	23,47	90,91	0,19	4,81
25	18/6/2018	24/6/2018	11,87	3,75	23,88	86,54	0,55	3,48
26	25/6/2018	1/7/2018	11,18	4,87	20,32	96,18	0,00	1,57
27	2/7/2018	8/7/2018	12,23	4,35	23,02	86,01	0,00	5,38
28	9/7/2018	15/7/2018	12,56	3,67	24,87	84,47	0,00	3,76
29	16/7/2018	22/7/2018	12,09	2,40	24,05	88,59	0,04	4,38
30	23/7/2018	29/7/2018	11,89	3,99	21,60	91,59	0,00	5,62
31	30/7/2018	5/8/2018	13,11	5,08	22,66	89,25	0,94	5,24
32	6/8/2018	12/8/2018	13,59	2,66	24,77	75,23	0,00	2,86
33	13/8/2018	19/8/2018	12,36	3,33	23,71	84,65	0,00	3,90
34	20/8/2018	26/8/2018	13,24	3,41	29,41	85,21	0,00	1,50
35	27/8/2018	2/9/2018	12,39	3,25	26,38	86,34	0,02	3,48
36	3/9/2018	9/9/2018	13,34	3,67	25,45	81,56	0,00	3,19
37	10/9/2018	16/9/2018	12,04	4,09	24,68	90,53	1,16	4,95
38	17/9/2018	23/9/2018	13,58	4,74	25,70	82,24	0,05	4,48
39	24/9/2018	30/9/2018	13,51	4,48	26,77	85,04	0,00	4,57
40	1/10/2018	7/10/2018	13,64	3,93	25,28	82,51	0,13	4,62
41	8/10/2018	14/10/2018	12,36	1,91	25,23	84,16	0,17	5,19
42	15/10/2018	21/10/2018	13,71	4,40	27,55	86,73	0,06	4,33
43	22/10/2018	28/10/2018	12,65	1,64	26,72	87,70	0,43	4,71
44	29/10/2018	4/11/2018	12,66	3,09	27,80	90,76	0,39	6,57
45	5/11/2018	11/11/2018	12,10	8,57	20,63	84,63	0,14	5,76
46	12/11/2018	18/11/2018	14,62	6,41	22,66	91,20	1,69	4,81

Anexo 4. Croquis de campo de las parcelas de mora de castilla que señalan el tratamiento y repetición. Nono, 2018.

1		T4R1		T2R1		T1R1	
2	X	---	X x	--	X	X X	X X
3		T3R1		T5R1		T1R2	
4	X	X	X X	X	X	X X	X X
5		T3R2		T2R2		T5R2	
6	X	X	X X	X	X	X X	x x
7		T4R2		T1R3		T4R3	
8	x	x	x x	X	X	X X	x x
9		T2R3				T5R3	
10	---	X	x X x	x	x	--	X X
11		T3R3					
12	X	X	X X	x	x	x x	- x x X --- x

		Aplicación
T1= Testigo tratado		Cada 8 días
T2: Carbendazim		Cada 15 días
T3: Ex. Mirtáceas		Cada 8 días
T4: Metabolitos bacterianos		Cada 8 días
T5: <i>Trichoderma spp.</i>		Cada 8 días

