



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

EVALUACIÓN DE *Trichoderma* spp. EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD
DEL FRUTO DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth) EN DOS
AMBIENTES DE NONO

AUTORA

Leslie Tatiana Noboa Aguirre

AÑO

2018



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

**EVALUACIÓN DE *Trichoderma spp.* EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD
DEL FRUTO DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus Benth*) EN DOS
AMBIENTES DE NONO**

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

Profesor guía

Ph. D. Wilson Arturo Vásquez Castillo

Autora

Leslie Tatiana Noboa Aguirre

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo (Evaluación de *Trichoderma spp.* en el rendimiento y calidad del fruto de mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) en dos ambientes de Nono) a través de reuniones periódicas con la estudiante Leslie Tatiana Noboa Aguirre, en el semestre 2018-1, 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 *Trichoderma spp.* en el rendimiento y calidad del fruto de mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) en dos ambientes de Nono de Leslie Tatiana Noboa Aguirre, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

María Raquel Meléndez Jácome

M. Sc. Protección Vegetal y Fitofarmacia

CI:1709384067

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”

Leslie Tatiana Noboa Aguirre

CI: 1719671107

AGRADECIMIENTOS

A la Organización de Investigación AgResearch de Nueva Zelanda, al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y a los profesionales involucrados que permitieron que se lleve a cabo la investigación.

DEDICATORIA

A mis padres Anita y Renato, mis hermanas Anita y Renata y a mi hija Emilie, por toda la paciencia, amor y apoyo que me brindaron, a mi tutor Wilson Vásquez por todos sus conocimientos impartidos. A mis amigos y familiares que estuvieron en este largo camino junto a mí.

RESUMEN

Desde la antigüedad se han utilizado mezclas de compuestos químicos en el control de plagas y enfermedades los cuales dejan residuos en los alimentos. Por esto es importante controlar las enfermedades de los cultivos con un bajo impacto en el ambiental y la salud. La evaluación del estudio tuvo una duración de cuatro meses, en el que se determinó: el efecto de *Trichoderma spp.* en el rendimiento y calidad fisicoquímica del fruto de mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*, cultivada en invernadero y campo abierto en la Granja Experimental de Nono de la Universidad de las Américas, ubicada a una altitud de 2710 m.s.n.m, con una temperatura de 20°C en invernadero y 14°C en campo abierto. Para determinar la calidad fisicoquímica se hizo uso de los laboratorios de la Universidad de las Américas en el que se determinó la acidez titulable, el color, peso, pH, grados Brix. Para determinar el rendimiento se procedió a registrar semanalmente la cantidad de fruta cosechada. El diseño experimental utilizado fue un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones y dos tratamientos. El producto biológico utilizado fue Trichoeb[®] 1.31×10^9 mismo que está elaborado con esporas de *Trichoderma spp.* El producto biológico Trichoeb[®] tuvo un efecto positivo sobre las plantas de mora ya que mejoró sus características fisicoquímicas, su vigor, y se supone que también tuvo efecto sobre las plagas del cultivo reduciendo las mismas, al haber mejorado las características antes mencionadas. El factor ambiente también influyó en algunas variables de manera positiva, sobre todo en el vigor de las plantas. El rendimiento promedio de frutos de mora de Castilla fue mayor en el invernadero (350.9 g parcela⁻¹) que en el campo abierto (79.9 g parcela⁻¹). Del estudio se puede concluir que el uso de *Trichoderma spp.* favorece el desarrollo y crecimiento de las plantas, por lo que puede ser usada en un futuro como controlador biológico para reducir la incidencia de enfermedades y mejorar las características de las plantas de mora.

Palabras clave: *Trichoderma spp*, rendimiento, características fisicoquímicas

ABSTRACT

Since ancient times mixtures of chemical compounds have been used in order to control pests and diseases that leaves residues in food. For this reason, it is important to control crop diseases with a low impact on the environment and health. The study's evaluation lasted four months, in which it was determined: The effect of *Trichoderma spp.* in the yield and physical chemical quality of the blackberry fruit of Castilla (*Rubus glaucus Benth*), which was cultivated in greenhouse and open field, in Nono Experimental Farm of the UDLA University; Located at an altitude of 2710 meters above sea level, with a temperature of 20 °C in the greenhouse and 14 ° C in the open field. To stablish the physicochemical quality, laboratories from UDLA University were used to determine titratable acidity, color, weight, pH, Brix degrees. To stablish the yield, the amount of fruit was harvested weekly, and the experimental design was a completely randomized block design with four replications and two treatments. The biological product used was Trichoeb® 1.31 x10⁹ which contains spores of *Trichoderma spp.* The biological product Trichoeb® had a positive effect on blackberry plants, increasing their physicochemical characteristics, vigor and yield. The environment factor also had a positive influence, as much in greenhouse as open field, especially on the yield and vigor of plants. The average yield of fruits of Castilla blackberry was higher in the greenhouse (350.9 g per plot⁻¹) than in the open field (79.9 g per plot⁻¹). From the study, it can be concluded that the use of *Trichoderma spp.* Benefit the growth and development of plants, so it can be used in the future as a biological controller to reduce the incidence of diseases and improve the characteristics of blackberry plants.

Key words: *Trichoderma spp.*, yield, physicochemical characteristics

ÍNDICE

1. Capítulo I. Introducción.....	12
1.1 Objetivos.....	14
1.2 Hipótesis.....	14
2. Capítulo II. Revisión de Literatura	15
2.1 Situación de la mora en el Ecuador	15
2.2 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo	15
2.3 Fenología del Cultivo.....	16
2.4 Plagas del suelo y enfermedades que afectan al cultivo: foliares y suelo.....	18
2.5 Métodos de control biológico del cultivo	20
2.6 Características de Trichoderma spp.....	22
2.7 Calidad del fruto de mora	24
3. Capítulo III. Materiales y Métodos.....	26
3.1 Materiales y equipos utilizados	26
3.2 Métodos	27
3.3 Estadística del diseño experimental	29
3.3.1.1 Factores	29
3.3.1.2 Tratamientos.....	30
3.3.1.3 Modelo Matemático	30
3.3.1.4 Análisis funcional.....	31
3.4 Manejo del experimento.....	32

3.4.1 Fase de laboratorio.....	32
3.4.2 Fase de campo.....	32
4. Capitulo IV. Resultados y Discusión.....	33
4.1 Rendimiento de plantas de mora (g parcela -1).....	34
4.2 Propiedades físicas del fruto de mora de Castilla (mm, g).....	38
4.3 Propiedades de descarte del fruto de mora de Castilla (%)...	45
4.4 Vigor de las plantas de mora de Castilla	47
4.5 Propiedades químicas del fruto de mora de Castilla.....	50
5. Conclusiones y Recomendaciones.....	55
5.1 Conclusiones.....	55
5.2 Recomendaciones.....	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fenología del cultivo de mora	16
Figura 2 Escala de Vigor	66
Figura 3 Medición del tamaño de mora	68
Figura 4 Moras afectadas por Botrytis cinerea	69
Figura 5 Distribución total de plantas de mora tanto en invierno como en campo abierto	72

1. Capítulo I. Introducción

Alrededor del mundo existen aproximadamente 300 especies de mora, y en Ecuador se reportan 20 (Casaca, 2005, pp. 25-35). El género *Rubus* es uno de los más importantes del reino vegetal y el de mayor importancia económica en el Ecuador (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2014).

Hartw fue quien descubrió la mora de Castilla en 1840 y fue descrita por Benth (Franco y Giraldo, 2008). Este fruto es originario de Meso América y la Zona Andina, pertenece al grupo de las bayas, se caracteriza por ser un fruto muy delicado y succulento debido al alto contenido de agua que presenta, por esta razón se debe tener mucho cuidado durante su manipulación ya que puede ocasionar grandes pérdidas (Casaca, 2005, pp. 40-43).

La economía en América Latina depende de la producción y comercialización de frutas. La producción de mora de Castilla es una gran fuente de ingresos económicos para los productores. Sin embargo, el uso indiscriminado de agroquímicos causa una disminución en el rendimiento (FAO, 2007). En el Ecuador existen 5.247 ha de cultivo de mora, repartidas en 14.5461 unidades productivas, pertenecientes a los pequeños productores y tiene una producción anual de 28.512 t/ha. (ESPAC, 2014, p.15).

La producción de mora de Castilla se centra en seis provincias: Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar, Imbabura y Pichincha, siendo Tungurahua la provincia más importante ya que aporta con el 41% de la producción total, y abarca el 32% de la superficie cosechada. Por otro lado, Pichincha representa el 5% de la producción total con un rendimiento de 2.96 t año⁻¹ (SIGAGRO, 2006).

En la actualidad la agricultura está enfocada en producir alimentos de calidad y seguros, es por esto por lo que, es importante tener una producción sostenible a través del uso de biocontroladores y biofertilizantes, para así asegurar la

inocuidad y rentabilidad del cultivo, asegurando el menor impacto ambiental (Becquer, Lazarovitz y Lalin, 2013, pp. 97-102).

Se registra una expansión constante de producción de mora de Castilla en el país, por lo que sus expectativas son promisorias y puede ser una alternativa viable para diversificar las exportaciones (ESPAC, 2014). Las dos variedades de mora más importantes son la de Castilla y la de brazos, aunque la primera es la más cultivada (Chavez, 2006, p. 35).

Las especies de *Trichoderma spp.* actúan como antagonistas y bio-reguladores de fitopatógenos. La forma en la que actúan es compitiendo por espacio, nutrientes, antibiosis y parasitismo, protegiendo de esta manera el área radicular, también interviene en la absorción de micronutrientes estimulando el crecimiento de la planta y activando los mecanismos de defensas de la planta (Andrade, 2012).

Trichoderma es un hongo saprófito de vida libre, el cual tiene un alto porcentaje de interacción con el suelo, el área foliar y la raíz. Son hongos anaerobios facultativos, filamentosos heterótrofos, se encuentran en forma natural en suelos con abundante materia orgánica. Componen el 3% de la población total de hongos en bosques y el 1,5% de la población total de hongos en los demás suelos (Díaz, 2011, p. 23-26).

Estas especies actúan como controladores biológicos por su rapidez para desarrollarse y crecer; además de su capacidad para tolerar extremas condiciones. Los hongos de este género intervienen degradando materia orgánica del suelo, por lo que los suelos con una alta cantidad de materia orgánica o compostaje favorecen su crecimiento, requieren gran humedad para germinar y establecerse en el suelo (Restrepo y Sánchez, 2011).

En el 2008 se reportaron pérdidas de 143 hectáreas de cultivo de mora en monocultivo, en las que 55 ha se perdieron por heladas y 62 ha por motivos

desconocidos; también se reportaron 267 hectáreas perdidas del cultivos asociados, de las cuales 183 ha se perdieron por heladas (CORPEI, 2009).

Las pérdidas por factores bióticos son alrededor de 40% de la producción en pre y postcosecha en mora de Castilla, afectando sobre todo al fruto por el hongo moho gris (*Botrytis cinerea*) y la marchitez descendente (*Fusarium spp*, *Verticillium spp.* y *Rosellinia spp.*) que provocan la muerte total de la planta (Iza & Rojas, 2016).

Con los antecedentes antes expuestos, la presente investigación se enfoca en evaluar el efecto de *Trichoderma spp.* en el rendimiento y calidad de la mora de castilla, para de esta forma apoyar en la generación de tecnología para una agricultura limpia y usarla en un futuro como un controlador biológico.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Evaluar *Trichoderma spp.* en el rendimiento y calidad de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) en dos ambientes de la granja Experimental de Nono.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de *Trichoderma spp.* en la calidad fisicoquímica del fruto de mora de castilla cultivada en invernadero y campo abierto.
- Evaluar el efecto de *Trichoderma spp.* en el rendimiento de la mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) en dos ambientes de la granja de Nono.
- Determinar la incidencia de enfermedades en el fruto de mora de castilla cultivada en dos ambientes.

1.2 Hipótesis

(Ho): No existe efecto de la aplicación de *Trichoderma spp.* en el rendimiento y calidad fisicoquímica del fruto de mora de mora de castilla.

(H1): Existe efecto de la aplicación de *Trichoderma spp.* en el rendimiento y calidad fisicoquímica del fruto de mora de mora de castilla.

2. Capítulo II. Revisión de Literatura

2.1 Situación de la mora en el Ecuador

El cultivo de mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) es una planta perenne, semi recta, constituida por varios tallos con espinas que crecen hasta tres metros. La mora es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia de las Rosaceae. Las hojas tienen tres folíolos ovoides de 3-5 centímetros con espinas en forma de gancho (Cardona y García, 2014, p.15).

El fruto es pequeño, conformado por diminutas drupas que están unidas a un carnoso receptáculo; su color varía desde rojo a negro brillante conforme se va desarrollando, es de consistencia dura y sabor agridulce (Casaca, 2005). Existen varias especies de *Rubus* cultivadas como son: *R. floridundus*, *R. figantus*, *R. adenotrichas*, *R. notingensis*, *R. poephyromallus*, *R. urticaefolius* (zarzamora) y la de mayor importancia en el país es *R. glaucus* con sus principales variedades: Brazos y mora de Castilla (SENA, 2014).

Las provincias del callejón Interandino (Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar, Pichincha, Imbabura, Carchi), son las principales áreas de producción de mora (Fernández, 2006, pp. 11-12).

El cultivo de mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) en nuestro país es el sustento para más de 1200 familias de pequeños y medianos productores, que en promedio no sobrepasan la 0.5 ha de (HGPT, 2013). La superficie cultivada en Ecuador es de 5.247 ha, de las cuales la mayoría se encuentran en la Provincia de Tungurahua con 2200 ha (Gobierno Provincial Tungurahua, 2013).

2.2 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

El suelo óptimo por su textura son los francos, francos – arcillosos, franco-arenosos, y franco arcillo-arenosos. Es decir que este cultivo se puede cultivar en una amplia clase de suelos cuyo pH esté entre 5.5 a 6.5 (Franco y Giraldo,

2008, p. 21). La mora de Castilla es propia de climas fríos y fríos moderados; sin embargo, también se adapta a zonas de clima temperado (Gobierno Provincial de Tungurahua, 2013). La mora requiere de una temperatura promedio de 12 a 18 °C; el mejor desarrollo de la planta está entre 1800 y 2400 m.s.n.m. Pasando estos valores, disminuye el rendimiento, calidad y tamaño de los frutos (DAINCO, 2002). El cultivo de mora requiere una precipitación de 600 a 800 mm durante todo el año y el riego es importante durante todas las fases del ciclo vegetativo, especialmente para aumentar su fructificación (Gobierno Provincial de Tungurahua, 2013).

2.3 Fenología del Cultivo

Fenología de un cultivo son las diferentes etapas que estudian el crecimiento y desarrollo de los diferentes órganos de la planta, los mismos que se pueden determinar en cualquier momento en que estado de evolución se encuentran (Grijalba & Calderón, 2010). Los estados fenológicos son de mucha ayuda en el control de enfermedades. Por ejemplo, *Botrytis* ingresa al nuevo fruto principalmente desde el estado A1 (botón cerrado) hasta el estado D (fruto en desarrollo); resultando más peligroso su ataque desde B2 (flor completamente abierta) (Gobierno Provincial de Tungurahua, 2013).



Figura 1 Fenología del cultivo de mora

Tomado de: Grijalba, 2013. p. 52

Se han logrado determinar 9 estados fenológicos en la mora de castilla en la que las plagas y enfermedades se presentan con mayor frecuencia (Gobierno Provincial de Tungurahua, 2013, pp. 8-11):

- A1: Botón cerrado
- A2: Yema hinchada
- B1: Inicio de floración
- B2: Plena floración
- C1: Caída de los pétalos
- C2: Pétalos completamente caídos
- D: Inicio de la fructificación
- E: Desarrollo del fruto
- F: Fruto maduro

Tabla 1.

Estados fenológicos de la mora de Castilla

ESTADO FENOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL ESTADO
A1	Botón cerrado Mayor diámetro que longitud Yema de inicio
A2	Se hincha la yema Botón abriendo Mayor longitud de diámetro
B1	Inicio de la floración Botón con pétalos
B2	La flor se abre por completo
C1	Caída de los primeros pétalos Inicio de la polinización
C2	Pétalos caídos por completo Polinización Pistilos de color blanquecino y

	estambres cafés
	Los sépalos pierden vigor y giran hacia su envés.
D	Fruto fecundado
	Los pistilos son rojos
	Mantiene sépalos
E	Fruto desarrollándose y de color rojo
F	Fruto maduro de color negro rojizo
	Alcanza una longitud de 19.9 mm y un diámetro de 1.9 a 2.2.

Adaptado de López y Valle, 2009

2.4 Plagas del suelo y enfermedades que afectan al cultivo: foliares y suelo

2.4.1 Plagas y enfermedades de la planta

Botrytis cinerea: Causa manchas de color café sobre las hojas, que pueden desarrollarse desde el ápice hasta el interior del foliolo. Aparecen unas quemaduras en las inflorescencias, se pudre el fruto, y ocasiona cánceres o chancros en el tronco. En los frutos ya formados el moho ocasiona pudrición húmeda que los descompone por completo, y en los que están formándose provoca necrosis y momificación (Hinapié y Saldarriaga, 2017, p. 4).

Oidium sp. Llamado también Mildiu Polvoso, está presente en las ramas, hojas, peciolos y frutos. En las hojas los síntomas iniciales se caracterizan por la aparición de manchas cloróticas en la superficie, lo que ocasiona que se enrolle y mal forme la lámina foliar. Cuando la agresión es fuerte, aparecen deformaciones en el fruto (Castellanos, Botero y Castrillón, 2003).

Peronospora sp. Llamado también Mildiu veloso, el daño ocasionado es más severo que el Oidium. Este hongo se puede reconocer por la presencia de cuarteamientos en el tallo. Sus frutos inicialmente presentan pérdida de brillo, y se acompaña de una maduración desigual de las drupas, y en algunos casos agrietamiento y deformaciones sobre aquellos que son infectados estando aún verdes. Los pedicelos infectados se secan y a menudo muestran coloraciones rojizas (Leiva, 2011, p. 10).

Verticillium alboatrum. El hongo se puede propagar por medio de injertos o material vegetal, como estacas; Ataca primero a las partes superiores de la planta, se enrolla en las partes terminales de los tejidos afectados los cuales posteriormente se caen, al ser un hongo vascular ocasiona un amarillamiento en las hojas. Esta enfermedad también aparece en el tallo ocasionando manchas oscuras y un color azulado característico. El exceso de nitrógeno predispone a la planta para el desarrollo de la enfermedad (Páez, 2008, p. 6).

Aphis sp. Los pulgones al ser insectos chupadores se alimentan de la savia de los tallos tiernos, causantes de tallos látigos, atacan principalmente los cogollos tiernos de la planta que impide el desarrollo de las puntas de los brotes, se localiza en los brotes tiernos, éstos insectos absorben la savia de las hojas nuevas, provocando que se enrollen y deformen. Detienen el crecimiento de las ramas, transmiten enfermedades virosas, siendo este el daño de mayor importancia (Castellanos, Botero y Castrillón, 2003).

Phyllophaga spp. El cutzo ataca las raíces de la mora comiéndoselas causando un secamiento de las ramas parecido a los síntomas que provoca la muerte descendente. Causa un amarillamiento del follaje, si no se trata a tiempo causa la muerte de la planta (Montalvo, 2010, p. 8).

Tetranychus sp. Conocida como arañita roja, se presenta en el envés de las hojas tiernas de la planta, produciendo manchas pardas que más tarde se ponen amarillas y caen prematuramente, se presentan especialmente en condiciones secas causando clorosis y arrugamiento de las hojas, forman una fina telaraña por debajo de la hoja afectada, atacando la parte inferior de las hojas viejas empezando por las hojas bajas (Franco y Giraldo, 2008, p. 11).

Frankliniella spp. Los trips existen de dos tipos: los tubulíferos que depositan sus huevos en el exterior y las telebrantias que ovipositan dentro del hospedero. Los trips producen daños por oviposición ocasionando verrugas, las larvas de los trips se alimentan por el cono bucal o aspirando el alimento, produciendo deformación del fruto, caída de pétalos, y transmisión de virus (FAO, 2007).

Margarodes sp. Conocida como perla de tierra, el principal daño que ocasiona es la destrucción de raíces. Son escamas del orden Homóptera las cuales se encuentran en su mayoría en suelos ácidos. Al absorber la sabia forma agallas y verrugas (Chavez, 2006).

Gymnocoria spp, Mainsia spp. Roya es un hongo que deja pústulas de color anaranjado en las hojas, cuando afecta la fruta, esta se resquebraja (Gobierno Provincial de Tungurahua, 2013, p. 7).

2.5 Métodos de control biológico del cultivo

Zerba (2007), manifiesta que control biológico es la regulación de la cantidad de plantas y animales por medio de enemigos naturales (parásitos, patógenos y predadores); y al control de plagas; es una técnica en la que interviene la manipulación de agentes naturales por el ser humano con la finalidad de disminuir las pérdidas en la agricultura, o productos comerciales.

El control biológico, se puede implementar de tres formas: 1) el conservativo, modifica las prácticas culturales en los cultivos favoreciendo el desarrollo de los agentes de control biológico y 2) aumentativo, es el control biológico que se produce en forma masiva dentro del laboratorio y son aplicados en el suelo para destruir las plagas (INFOAGRO, 2004).

Si se requiere que un determinado producto sea utilizado como un biocontrolador, éste debe tener la capacidad de reducir la población de un inóculo patógeno o del motivo de una enfermedad de forma natural (Tripathi, Tripathi y Sharma, 2010).

Dentro de los agentes de control biológico están las bacterias, hongos, virus y nematodos. Estos pueden ser utilizados como controladores contra alguna enfermedad o plaga específica, tomando en cuenta la existencia de la especificidad, lo que significa que uno o varios de estos controladores van a actuar específicamente contra una plaga o enfermedad. Es por esta razón que se debe evaluar cada microorganismo en particular y el modo de acción (Gutiérrez, Robles, y Cambero, 2013).

2.5.1 Mecanismos de control de los microorganismos biológicos

Mencionando la utilización de microorganismos antagonistas para el control de enfermedades, se entiende que son aquellos microorganismos que interfieren en el desarrollo de los patógenos. Los antagonistas no tienen una única forma de actuar, la multiplicidad es una de sus características (Merchán y Ferrucho, 2014). Se han detallado otros mecanismos de acción para controlar el desarrollo de patógenos sobre el fruto de mora de Castilla, siendo estos: antibiosis, competencia por espacio o por nutrientes, interacciones directas con el patógeno (micoparasitismo, lisis enzimática), e inducción de resistencia (Donoso y Rojas, 2008, pp. 22-34).

La antibiosis es la producción de sustancias tóxicas de un microorganismo sobre otros microorganismos, actuando en concentraciones bajas (menores a 10 ppm.). La antibiosis es el mecanismo más estudiado entre microorganismos (Cardona & García, 2014).

Por competencia se refiere a una desigual conducta entre dos o más microorganismos ante un mismo requerimiento, si es que la utilización del mismo reduce la cantidad disponible del resto. La escasez es un factor que determina si existe competencia de un elemento, si hay exceso no hay competencia. La competencia más común es por nutrientes, oxígeno o espacio (Medina, Cristancho, y Uribe, 2009).

Existen dos tipos de interacciones entre antagonistas y patógenos: el parasitismo y la predación.

2.6 Características de *Trichoderma* spp.

Trichoderma es un hongo anaerobio facultativo (Cholango, 2009). Se encuentra de forma natural en una gran cantidad de suelos agrícolas y otros medios, se caracteriza por no presentar un estado sexual determinado (Espín, 2012). Existen más de 300 especies de *Trichoderma*, todas con efectos benéficos en la agricultura (Guicalpi, 2009). Este hongo está ampliamente distribuido por todo el mundo, se encuentra en distintas zonas y hábitats, especialmente en aquellos que tiene gran cantidad de materia orgánica o desechos vegetales (Cholango, 2009). Su desarrollo aumenta al existir gran cantidad de raíces, las cuales son colonizadas con gran rapidez por este microorganismo (Studholme, *et al.*, 2013).

Trichoderma tiene muchas ventajas como agente de control biológico, produce una gran cantidad de enzimas y posee un rápido crecimiento. Al desarrollarse en una gran cantidad de sustratos facilita su producción masiva para usar en la agricultura. Tiene una gran resistencia a condiciones ambientales extremas, en los que los hongos causan diversas enfermedades; de igual forma puede sobrevivir en medios con residuos de agroquímicos (Guilcapi, 2009).

Trichoderma, toma nutrientes tanto de la materia orgánica como de hongos a los que degrada, ayudando en la descomposición (IICA, 2015), por lo que las incorporaciones de compostaje y materia orgánica lo favorecen; también necesita de gran cantidad de humedad para poder germinar, la velocidad de crecimiento de este microorganismo es bastante rápida, por esto es capaz de controlar enfermedades (Suquilanda, 2007). *Trichoderma* posiblemente es el hongo más polifacético y versátil que habita en los suelos. No se ha conocido que dicho microorganismo sea patógeno de alguna planta; pero, es capaz de controlar, y destruir mucho nematodos, hongos y fitopatógenos los cuales atacan y destruyen a los cultivos; es por esto que muchos investigadores lo denominan hongo hiperparásito (Cholango, 2009).

2.6.1 Beneficios agrícolas del uso de *Trichoderma* spp.

Se ha evidenciado muchos beneficios que tiene este hongo en la agricultura, el principal es que *Trichoderma* produce sustancias estimuladoras del crecimiento, las cuales actúan como aceleradoras o catalizadoras de los tejidos meristemáticos primarios (encargados de formar nuevas raíces), acelerando la reproducción celular, logrando así que las plantas alcancen un mayor desarrollo que aquellas que no hayan sido tratadas con *Trichoderma* (Poalacin, 2015).

2.6.2 Protección de semillas

Muchos productores almacenan las semillas para la próxima siembra, según estudios realizados la protección a las semillas con *Trichoderma* asegura la próxima cosecha, ya que coloniza las semillas protegiendo así las futuras plántulas en la fase post emergente de patógenos. El empleo de *Trichoderma* por medio de las semillas es una de las formas más económicas y extensivas para utilizar el biocontrol en la producción, simplemente tratando a las semillas con una solución acuosa de esporas (Poalacin, 2015).

2.6.3 Control de microorganismos fitopatógenos

Se ha comprobado que algunas cepas de *Trichoderma* producen antibióticos, que actúan contra muchos microorganismos fitopatógenos. Actúan también como saprófitos en la rizósfera teniendo así la capacidad de destruir residuos en plantas que han sido infectadas por los patógenos. Se evidencia que ejerce una acción antagonista, aprovechando al máximo su adaptabilidad al medio y competencia por el sustrato y espacio (Guicalpi, 2009).

El control es el resultado de una interacción entre la planta, hospedante, patógeno, y organismos antagonistas que limitan su actividad o aumentan la resistencia de la planta. *Trichoderma* al ser competitivo brinda una protección biológica a la planta, destruyendo el inóculo del patógeno y contribuyendo a prevenir su ataque (Poalacin, 2015).

2.6.4 Alternativa en el ahorro de fertilizantes químicos y pesticidas.

El empleo del *Trichoderma* puede favorecer el desarrollo de la planta y con ello su productividad. Está comprobado que *Trichoderma* tiene un efecto en la solubilización de componentes insolubles del suelo, facilitan su asimilación en los cultivos. *Trichoderma* tiende a formar agrupaciones con micorrizas, aumentando de esta forma la rizósfera del suelo, y asegurando así que las plantas capten una mayor cantidad de nutrientes y con un alto grado de asimilación (García y Santamarina, 2005).

Se ha evidenciado que *Trichoderma* es compatible con el bio fertilizante a base de *Azotobacter chroococcum*, la cual es una bacteria fijadora de Nitrógeno en el suelo; existiendo una relación de simbiosis, para el beneficio de nutrición en los cultivos (Pérez, 2007).

Trichoderma es utilizado también como agente biológico para el control de diferentes fitopatógenos, lo que permite reducir el uso de agroquímicos de origen sintético que perjudican la salud de las personas y el ambiente. Facilitando la producción de alimentos más sanos y ecológicos, fomentando así de manera significativa una agricultura limpia y orgánica satisfaciendo las necesidades de los consumidores (Poalacin, 2015).

2.7 Calidad del fruto de mora

2.7.1 Propiedades físicas

Peso (g): Se hace mediante el uso de una balanza electrónica de precisión HR-200 marca A&D, se calculará dividiendo el peso total de las moras de cada parcela neta y dividirá para el número total de frutos (Ayala & Valenzuela, 2013).

Tamaño (mm): El tamaño tanto de largo como de ancho se mide con un calibrador HOPEX en donde se tomará una muestra representativa de cada tratamiento (Ayala & Valenzuela, 2013).

Rendimiento (kg): El rendimiento se evalúa cada semana, después de la cosecha se pesa el total de frutos de la parcela neta (Universidad Militar Nueva Granada, 2010)

Color: Se evalúa con la ayuda de una tabla de colores de tonos morados y negros, en la que se va a comparar la mora representativa de cada tratamiento (Universidad Militar Nueva Granada, 2010)

Incidencia de enfermedades (%): Este análisis es visual, se toma de igual forma 400 g del fruto dentro de la cosecha y se separa los que estén con síntomas de afectación de enfermedades.

Incidencia de plagas (%): Este análisis es visual, se toma una muestra de 400 g de fruta de cada tratamiento y se clasifica en función de daño ocasionado por insectos, y luego se pesa y reporta en porcentaje.

Vigor De la parcela neta se mide según la escala de vigor (Merchán & Ferrucho, 2014).

2.7.2 Propiedades químicas

Sólidos solubles totales: Los refractómetros son instrumentos de medición basados en el fenómeno de la refracción de la luz. La escala de medición muestra el porcentaje de concentración de los sólidos solubles totales (SST) contenidos en una muestra (Damaso, 2008, pp. 399-407). El contenido de los SST es el de todos los sólidos disueltos en el agua: azúcar, sales, ácidos de cadena corta, etc., y la medida leída es el total de la suma de éstos. Básicamente, el porcentaje se refiere a la cantidad de gramos de azúcar contenidos en 100 g de solución de sacarosa (°Brix). El contenido en SST depende del tipo de fruta y estado de madurez. Se extrae cierta cantidad de jugo de mora y se colocará de 1-2 gotas en el prisma del refractómetro previamente calibrado y se anotará los resultados en grados Brix, según lo describe la (A.O.A.C. 2007).

Acidez Titulable: Para obtener la acidez se realiza con el valor de ácido cítrico, la acidez representa a los grupos H⁺ libres. Se coloca de 20-30 gramos de jugo de mora y se mezcla con 200 ml de agua destilada, se titula con

Hidróxido de Sodio 0.1 N hasta que alcance un pH de 8 a 8.5, en donde es el punto de viraje de color del indicador fenoftaleina, según lo descrito por (A.O.A.C. 2007).

- **pH:** Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidrógeno $[H]^+$ presentes en determinadas disoluciones. Se mide en un laboratorio con la ayuda de un potenciómetro calibrado, extrayendo 20 ml de jugo de la pulpa aproximadamente, y se coloca el electrodo en el centro de la muestra y se registra la lectura, según (A.O.A.C. 2007).

3. Capítulo III. Materiales y Métodos

3.1 Materiales y equipos utilizados

Material de Campo

Barreno

Baldes de 20 L.

Barra

Jeringa

Piola

Silwet

Palos de pincho

Cinta

Fundas plásticas

Balanza

Dispersante

Materiales de Laboratorio

Soporte universal

Brixómetro

Potenciómetro

Escala de color

Vaso de precipitación 500 ml.

Bureta 25 ml.

Pipeta 25ml.

Mortero

Erlenmeyer 500 ml.

Material Biológico

Inóculo

3.2 Métodos

La presente investigación se realizó en dos fases: fase de laboratorio y fase de campo:

Fase de Laboratorio

La evaluación de la cantidad inicial de *Trichoderma*, se realizó en el laboratorio de la Estación Santa Catalina del INIAP, para determinar y establecer la cantidad inicial de inóculo al suelo.

Se hizo el respectivo análisis de suelo (UFC g⁻¹) en los dos ambientes de la Granja Experimental de Nono (invernadero y campo abierto), en las respectivas parcelas donde se encuentra cultivada la mora en estudio, para de esta forma conocer la cantidad de *Trichoderma* existente.

Fase de campo

Para establecer la cantidad de *Trichoderma spp.* (UFC/g de suelo) se tomó una muestra de suelo, aproximadamente 50 cm de cada unidad experimental, y una cantidad de 500 g. Se recogió la muestra y se evaluó en el laboratorio del

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de Santa Catalina, con los resultados obtenidos se inoculó 2.7×10^8 UFC, a $0,81 \text{ g planta}^{-1}$ de Trichoeb® (Anexo 1), y de acuerdo con los tratamientos descritos en la Tabla 5. Las aplicaciones fueron realizadas cada mes durante 4 meses consecutivos.

La inoculación se hizo en cada una de las plantas de cada parcela. De igual forma se procedió a cosechar la mora de Castilla semanalmente durante cuatro meses para determinar su rendimiento, el mismo que se obtuvo sacando el peso total de la planta central de cada parcela de cada uno de los tratamientos en estudio.

3.2.1 Ubicación del experimento

El estudio se realizó en la Granja Experimental de la Universidad de las Américas, en Nono, misma que se encuentra ubicada a 45 minutos de la ciudad de Quito, las características de la granja se detallan a continuación:

Tabla 2.

Ubicación y características de la Granja Experimental UDLA, donde se realizó el estudio

Ubicación	Descripción	Clima
Provincia	Pichincha	Frío- templado
Cantón	Quito	
Parroquia	Nono	
Altitud	2710 msnm	
Longitud	78°33'43.48" O	
Precipitación	1092 mm	

El estudio dentro de la Granja Experimental de Nono se realizó en dos ambientes diferentes, como son: Invernadero y campo abierto, tomando en

cuenta las características climáticas de cada uno de ellos de talladas a continuación:

Tabla 3.

Características Ambientales del Invernadero y Campo Abierto de la Granja Experimental UDLA

	Invernadero	Campo Abierto
Temperatura	20°C	14°C
Humedad	80%	70%
Luminosidad	controlada	3-4 horas al día

3.3 Estadística del diseño experimental

La investigación fue realizada a través de un diseño de bloques completos al azar, con un arreglo factorial 2 x 2 con 4 repeticiones.

3.3.1.1 Factores

Se utilizaron dos factores para llevar a cabo el estudio, por un lado, está el producto biológico Trichoeb, y por otro lado se tiene al factor ambiente; Cada uno de ellos con dos niveles respectivamente.

Tabla 4.

Factores y niveles por evaluar

Factor	Nombre del factor	Nivel
1	Producto biológico a base de <i>Trichoderma spp.</i>	Trichoeb [®] 1.31 x10 ⁹ Testigo

2	Ambiente	Invernadero
		Campo Abierto

3.3.1.2 Tratamientos

Los tratamientos son el producto de la interacción de los diferentes niveles con sus factores, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5.

Descripción de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Descripción
T1	Trichoeb [®] + Invernadero
T2	Testigo + Invernadero
T3	Trichoeb [®] + Campo Abierto
T4	Testigo + Campo Abierto

Nota: La parcela está formada por tres plantas de mora

3.3.1.3 Modelo Matemático

El modelo matemático utilizado fue diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, las cuales se obtuvieron de las interacciones de factores por niveles. Representados en el siguiente esquema.

Tabla 6.

Esquema del ADEVA

Fuente de variación	GL
Total	15
Parcela Principal	7

Repeticiones	3
Trichoderma (T)	1
Ambiente (A)	1
T x A	1
Error Experimental	2
CV (%)	

Nota: F de V = Fuentes de variación; gl = grados de libertad; S.C = Suma de cuadrados; C.M = Cuadrados medios

3.3.1.4 Análisis funcional

Al presentar diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados se procedió a realizar la prueba de separación de medias con la prueba Tuckey al 5%.

Variables.

Vigor de la planta: El vigor fue evaluado a través de una escala desarrollada por INIAP (Anexo 2), la escala está representada por valores del 1 al 5; en donde 1 son las más débiles y 5 las plantas más vigorosas. En la escala de vigor de las plantas de mora, se evidencia la vitalidad de estas.

Rendimiento de fruta (g planta⁻¹): Se registró los datos semanalmente, obtenidos de la cosecha del fruto de mora de cada una de las plantas de cada parcela, se pesó cada cosecha y se reportó mensualmente (Anexo 3).

Peso del fruto de mora (g): Se calculará dividiendo el peso total de las moras de cada parcela neta y dividirá para el número total de frutos.

Tamaño del fruto de mora (mm): Se tomará una muestra de 10 frutos de cada tratamiento y se medirá con la ayuda de un calibrador digital, para obtener el diámetro ecuatorial y polar (Anexo 4).

Color del fruto de mora: Se evaluará con la ayuda de una tabla de colores de tonos morados y negros, en la que se va a comparar la mora representativa de cada tratamiento.

Incidencia de enfermedades (%): Esta variable será visual, se tomará 400 g del fruto dentro de la cosecha y se va a separar los que estén con síntomas de afectación de enfermedades (Anexo 5). Se analizó estadísticamente esta información.

Sólidos solubles totales: Se extraerá 15 g. de jugo de mora y se colocará de 1-2 gotas en el prisma del refractómetro previamente calibrado y se anotará los resultados en grados Brix (Anexo 6.1), según lo describe la (A.O.A.C. 2007).

Acidez Titulable: Para obtener la acidez se hizo con el valor del ácido predominante del fruto, en este caso el ácido cítrico (Anexo 6.2).

pH: Se medirá en el laboratorio con la ayuda de un potenciómetro calibrado, con la ayuda del buffer de pH 4 y 7 (Anexo 6.3). Según lo describe A.O.A.C. (2007).

3.4 Manejo del experimento

3.4.1 Fase de laboratorio

Se recolectaron 8 muestras de mora de 400 g. cada una, procedentes de cada ambiente (invernadero y campo abierto), con el fin de llevar al laboratorio y realizar los análisis fisicoquímicos.

3.4.2 Fase de campo

Se tomaron 16 muestras de suelo de cada ambiente según el mes correspondiente, esto es, en el primer mes se empezó por la parte superior de la planta, y se continuó en sentido de las manecillas del reloj los meses restantes, en total se tomaron 8 muestras de invernadero y 8 muestras de campo abierto.

- La obtención de muestra de suelo de la planta se realizó de las tres plantas de cada parcela usando un barreno, de los primeros 50 cm de profundidad del suelo. Cada planta tenía cuatro orificios en cruz, los cuales corresponden a los 4 meses que duró el experimento. Se tomaron las muestras una sola vez de cada orificio y de acuerdo con el mes respectivo.
- Las muestras de suelo se colocaron en fundas plásticas transparentes y fueron etiquetadas correctamente.
- Se identificaron con “INV” si su procedencia es del invernadero y “CAM” si proviene de campo abierto.
- Cada tratamiento fue identificado del 1 al 4, de los cuales los números pares 2 y 4 pertenecían a campo abierto y los impares 1 y 3 pertenecen a invernadero, como se muestra en el croquis (Anexo 7).
- Las muestras de los distintos tratamientos se etiquetaron de la siguiente forma: TnRn, el número que se encuentra junto a la T representa el número de tratamiento (1-4) y el número que se encuentra junto a la R representa el número de repetición (1-4) (Anexo 8).

La inoculación se realizó en cada una de las plantas de cada parcela (cada parcela está conformada por tres plantas), tomando en cuenta de igual forma el mes correspondiente, según el procedimiento establecido (Anexo 9).

El manejo agronómico del experimento en cuanto a la fertilización, podas, riego, se llevó a cabo de acuerdo con el programa de manejo del cultivo de la granja Experimental de Nono de la Universidad de las Américas (Anexo 10).

El análisis de resultados se realizó en el paquete estadístico InfoStat, el cual es un programa de computadora, con análisis de pruebas Tukey 5% para pruebas significativas.

4. Capítulo IV. Resultados y Discusión

Los resultados están organizados según las variables consideradas en el estudio. Se presentan a continuación los análisis de varianza de todas las variables, así como los cuadros de separación de medias en los que existieron

diferencias estadísticas, utilizando la prueba de Tukey al 5%. Los valores de las variables que no tenían una distribución normal fueron transformadas utilizando $\sqrt{x + 2}$.

4.1 Rendimiento de plantas de mora (g parcela -1)

El efecto de *Trichoderma spp.* (T) en el rendimiento del fruto de mora es significativo al 1%, a los 30 días, 90 días y en el rendimiento promedio de los cuatro meses que duró el estudio, mientras que a los 60 días fue significativo al 5%. El análisis estadístico permitió identificar que no existió efecto del ambiente (A) durante los cuatro meses que duró el estudio en la variable rendimiento. Con respecto a la interacción A x T hubo diferencias al 5% a los 30, 60 y 90 días. Por tanto, se acepta la hipótesis alternativa para las variables en las que existieron diferencias estadísticas. Según la información obtenida se deduce que la ausencia de diferencias significativas en el ambiente, tanto en invernadero como en campo abierto sugiere que las condiciones ambientales y de suelo no tuvieron un gran impacto sobre la variable del rendimiento de las plantas de mora. Los coeficientes de variación obtenidos y que se presentan en la Tabla 6 están dentro de los rangos aceptables, a excepción del 41.6% perteneciente a los 120 días en el cual está fuera de rango según los datos obtenidos del rendimiento del último mes de estudio.

Tabla 6.

Análisis de Varianza del rendimiento (g parcela-1) de mora de Castilla con Trichoderma en dos ambientes. Nono, 2017.

Rendimiento (g parcela ⁻¹)															
		30 d			60 d ¹			90 d ¹			120 d			PROMEDIO	
F. de V.	g.l.	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M
Total	15	411990.4		326.5		513.4		199707.1		124677.5					
Ambie. (A)	1	1701.6	1701.6 ^{ns}	7.6	7.6 ^{ns}	2.0	2.0 ^{ns}	12418.3	21418.3	2554.0	2554.0 ^{ns}				
Trichod(T)	1	293899.5	293899.5 ^{**}	140.1	140.1 [*]	331.9	331.9 ^{**}	52584.2	52584.2 ^{ns}	64139.4	64139.4 ^{**}				
A x T	1	1378.3	1378.3 [*]	0.002	0.002 [*]	20.8	20.8 [*]	808.7	808.7 ^{ns}	1101.4	1101.4 ^{ns}				
Repetición	3	74326.3	24775.4 [*]	81.7	27.3 ^{ns}	51.7	17.2 ^{ns}	36350.7	12116.9 ^{ns}	17510.2	17510.2 ^{ns}				
E. E	9	40685.3	4520.5	97.2	10.8	107.0	11.9	97545.2	10838.4	39372.5	4374.7				
C.V (%)		31.2%		28.3%		28.0%		41.6%		33.7%					

Nota: ¹ datos transformados de $\sqrt{x} + 10$

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

Tabla 7.

*Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) del efecto de *Trichoderma* spp. en el rendimiento de plantas de mora de castilla, Nono 2017*

Tratamiento	Rendimiento (g/parcela ⁻¹)		
	30 d	90 d	PROMEDIO
Trichoderma	350.9 ± 127.3 a	284.7 ± 61.5 a	259.5 ± 70.7 a
Sin Trichoderma	79.9 ± 47.7 b	62.5 ± 16.5 b	132.9 ± 48.2 b

Nota: Los valores con letras iguales, son iguales estadísticamente con la prueba Tuckey (<5%).

El efecto de *Trichoderma* en el rendimiento de fruto de mora de Castilla a los 30, 90 días y en el promedio registró los rendimientos más altos con 350.9 g/parcela⁻¹, 284.7 g/parcela⁻¹, y 259.5 g/parcela⁻¹ respectivamente, ocupando el primer rango, mientras que el rendimiento en las plantas que no tuvieron *Trichoderma* fue en general tres veces menor que los tratamientos donde se aplicó *Trichoderma*. (Tabla 7).

Villegas (2002) indica que la luz y el espectro influyen de manera positiva en el crecimiento de *Trichoderma*, sobre todo en la esporulación; también actúa como antagonista de hongos patogénicos, que ayudan a las plantas a mejorar el rendimiento ya que favorece la competencia por espacio y nutrientes, y colonizan las raíces de la planta protegiéndoles de micoparásitos.

El efecto de *Trichoderma* en la planta de mora fue positivo ya que ayudó en la aceleración del desarrollo de su sistema radicular, posibilitando la tolerancia al estrés, lo que supone que de igual forma intervino en la solubilización y absorción de nutrientes, provocando un mayor crecimiento vegetal (Páez, 2008). Al tener todos estos efectos sobre la planta de mora de Castilla, la misma fue aumentando el rendimiento ya que cada vez se volvió más tolerante, a diferencia del testigo que no tubo dicho tratamiento y su rendimiento se mantuvo igual o disminuyó.

Estos resultados de un mayor rendimiento en plantas con aplicación de *Trichoderma* se atribuyen gracias al aumento de la capacidad para capturar nutrientes y humedad, así también mejora rendimientos en condiciones de estrés hídrico, lo cual coincide con lo expuesto por Labiotec (2009).

Tabla 8.

Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) del efecto de la interacción Ambiente x Trichoderma (AxT). en el rendimiento de plantas de mora de castilla, Nono 2017

Tratamiento		Rendimiento (g/parcela ⁻¹)	
		60 d	90 d
Invernadero	Trichoderma	15.26 ± 50.2 a	18.36 ± 87 a
Campo Abierto	Trichoderma	13.91 ± 38.9 ab	15.37 ± 40.2 ab
Invernadero	Sin Trichoderma	9.37 ± 8.5 ab	8.54 ± 9.08 ab
Campo Abierto	Sin Trichoderma	7.97 ± 61.5 b	6.97 ± 72.5 b

Nota: Cada parcela está formada por tres plantas (125m²)

Nota: Los valores con letras iguales, son iguales estadísticamente con la prueba Tuckey (<5%).

En la interacción Ambiente x *Trichoderma* (A x T) se evidenció que tanto el rendimiento de las plantas del invernadero con *Trichoderma*, así como las del campo abierto con *Trichoderma* fueron superiores al rendimiento de las plantas del testigo (sin *Trichoderma*). El mayor rendimiento presentaron las plantas cultivadas en el invernadero con la aplicación de *Trichoderma* con 18.36 g parcela⁻¹ a los 90 días seguido del rendimiento a los 60 días con 15,26 g parcela⁻¹, por lo que están ocupando el rango (a), mientras que el menor rendimiento presentaron las plantas cultivadas en campo abierto sin *Trichoderma* con 7.97 g parcela⁻¹ a los 60 días y 6.97 g parcela⁻¹ a los 90 días, ocupando el rango b, Se observó también que las plantas que tienen la aplicación de *Trichoderma*, el rendimiento va en aumento hasta el final del

estudio (4 meses), mientras que en las plantas sin *Trichoderma* ocurrió todo lo contrario (Tabla 8).

La diferencia en los rendimientos posiblemente se debe a que *Trichoderma* al ser un hongo benéfico tiene una alta capacidad para adaptarse a un amplio rango de ambientes como lo menciona Martínez e Infante (2013).

Trichoderma spp. actúa sobre los patógenos, impulsando diferentes mecanismos de defensa bioquímicos y fisiológicos en la planta. La presencia de *Trichoderma* en suelos agrícolas a nivel mundial es una muestra de que es un excelente competidor por espacio y nutrientes, siendo los principales el carbono, nitrato y hierro como lo menciona Gonzáles, Castellanos y Ramos (2005). Los efectos según Betancourt (1977) y Cárdenas (1999), en estudios realizados con cepas de *Trichoderma* frente al fitopatógeno *Fusarium oxysporum*, en plantas de cultivo de fresas (*Fragaria vesca* L.), observaron que la eficiencia de esta cepa como un agente biocontrolador, de igual forma, los resultados concuerdan con lo reportado por Locket (1994), en donde se observó que la aplicación de *Trichoderma* a una concentración de 1×10^6 controla el número de hongos del suelo que atacan a la planta y en consecuencia ayudan a aumentar su rendimiento (Cisneros, 2011, pp. 56-58). Es así como *Trichoderma* actúa en una relación de simbiosis con la planta de mora incrementando su rendimiento.

4.2 Propiedades físicas del fruto de mora de Castilla (mm, g)

Las propiedades físicas del fruto de mora de Castilla se evaluaron mensualmente durante cuatro meses. Se evaluaron las variables de diámetro polar (mm), diámetro ecuatorial (mm), peso del fruto (g) y número de frutos. Al analizar el análisis de varianza se observó que en cuanto al diámetro polar existieron solamente diferencias significativas de *Trichoderma* sobre las propiedades físicas de la planta a los 60 días, y no hubo ningún tipo de efecto del ambiente o de la interacción en las mismas propiedades (Tabla 9). En todas las variables expuestas los coeficientes de variación están dentro de los límites aceptados (5.8 -35.04).

Tabla 9.

Análisis de Varianza del diámetro polar del fruto de mora de Castilla evaluado durante cuatro meses en Nono, 2017

		Diámetro Polar (mm)											
		30 d		60 d		90 d		120 d		PROMEDIO			
F. de V.	g. l	S.C	C. M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M		
	1	214.											
Total	5	9		711.3		809.1		67.0		240.8			
Ambien t (A)	1	1.5	ns	1.5	ns	26.6	ns	95.6 ⁿ	s	4.0 ⁿ	s	15.4 ⁿ	
Trichod (T)	1	1	1	88.1	**	88.1	25.1 ⁿ	25.1 ^s	120.5 ^s	120.5 ⁿ	0.01 ^s	0.013 ⁿ	40.4 ⁿ
A x T	1	1	3.7	3.7 ^{ns}	36.8	36.8 ⁿ	32.6 ^s	32.6 ^{ns}	3.0	3.0 ^{ns}	4.1 ^{ns}		
Repet	3	3	3	59.1	s	19.8 ⁿ	32.2 ⁿ	96.6 ^s	241.2	80.4 ^{ns}	19.0	6.3 ^{ns}	54.9 ⁿ
E.E	9	9	2	62.	6.9	526.	3	58.5	319.2	35.5	41.0	4.6	126.0
C.V (%)				9.7%		12.4%		12.2%		8.7%		5.8%	

En cuanto a la variable diámetro polar, se evidenció que solamente a los 60 días existió un efecto de *Trichoderma spp.* sobre las plantas de mora de Castilla, de igual forma con el mayor coeficiente de variación, con un valor de 12.4%. Ni el ambiente (A), ni la interacción *Trichoderma* x Ambiente (T x A), tuvieron efecto alguno sobre las plantas de mora durante los cuatro meses que duró el estudio. Al no existir diferencias significativas del ambiente ni de la interacción, estos resultados pueden atribuirse a que el efecto de *Trichoderma* evaluado en dos ambientes no influyó sobre esta variable.

Se supone que existió una acción como biocontrolador de *Trichoderma spp.* sobre algunos patógenos del suelo como *Botrytis cinerea*, ya que este antagonista protegió de cierta forma a la planta de este hongo, permitiendo de esta forma que se desarrolle de una mejor manera la planta de mora de Castilla, aumentando el diámetro de los frutos. Similar a lo reportado por Guédez (2009). También es probable que las hifas de *Trichoderma spp.* se hayan adherido a las del hospedante mediante la formación de estructuras similares a un gancho, las cuales se enrollan alrededor de estas, limitando el crecimiento de patógenos, este proceso ocurre por procesos enzimáticos (Infante, 2000).

Además de los efectos benéficos que producen los biocontroladores sobre los patógenos de la planta, las especies de *Trichoderma* pueden colonizar la superficie de la raíz y de este modo causan un cambio sustancial en el metabolismo de la planta (Harman, 2004).

Tabla 10.

Análisis de Varianza del diámetro ecuatorial del fruto de mora de Castilla evaluado durante cuatro meses en Nono, 2017

		Diámetro Ecuatorial (mm)									
		30		60		90		120		PROMEDIO	
F. de V.	g.	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M
Total	1	63.		300.		497.		17.		140.	
	5	3		1		7		2		9	
Ambient (A)	1	1.6	1.6 ^{ns}	31.4	31.4 ⁿ	22.7	22.7 ⁿ	1.0	1.01 ⁿ	10.0	9.9 ^{ns}
Trichod (T)	1	10.	10.7 ⁿ	30.8	30.8 ⁿ	86.0	85.9 ⁿ	2.1	2.1 ^{ns}	23.9	23.9 ⁿ
A x T	1	5.8	5.8 ^{ns}	1.7	1.7 ^{ns}	23.5	23.5 ⁿ	0.4	0.4 ^{ns}	0.6	0.6 ^{ns}

Repeticiones	19.	100.	33.5 ⁿ	114.	38.2 ⁿ						
	3	5	6.5 ^{ns}	5	5	5	5	0.3	0.1 ^{ns}	25.2	8.3 ^{ns}
E.E	25.	234.		251.		13.				9.04 ⁿ	
	9	7	2.9	7	26.1	0	27.9	5	1.5	81.3	5 ^s
C.V (%)		8.5%		10.6%		11.3%		5.9%		6.2%	

Con respecto al diámetro ecuatorial según el análisis de varianza se observó que no existieron diferencias significativas de ningún tratamiento sobre el tamaño de la planta de mora de Castilla durante los cuatro meses que duró el estudio (Tabla 10).

El diámetro ecuatorial del fruto no presentó diferencias significativas, lo cual ocurrió probablemente debido al efecto benéfico que aportan las cepas de *Trichoderma spp.* en cuanto a la asimilación de nutrientes en la planta (Mishra, 2014), por lo que sólo aumentó el diámetro polar, pero opacó al ecuatorial, generando a su vez frutos de mayor tamaño solo en el largo más que en el ancho (Herman, 2004).

Según Merchán (2014), algunos hongos que están presentes en el suelo son agresivos, por lo tanto, la aplicación de un controlador biológico en grandes plantaciones de mora es poco efectivo, además depende mucho también el grado de afectación que tenga la planta y su nutrición.

Tabla 11.

Análisis de Varianza del peso del fruto de mora de Castilla evaluado durante cuatro meses en Nono, 2017

F. de V.	g.l	Peso fruto (g)									
		30		60		90		120		PROMEDIO	
		S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M
Total	15	86.4		4.2		4.7		28.9		35.4	

Ambien (A)	1	1.9	1.9 ^{ns}	0.02	0.02 ^{ns}	0.2	0.2 ^{ns}	0.7	0.7 ^{ns}	0.2	0.2 ^{ns}
		47.3									12.3
Trichod (T)	1	47.3	**	2.1	2.1 ^{**}	0.2	0.2 ^{ns}	0.01	0.01 ^{ns}	12.3	**
A x T	1	2.4	2.4 ^{ns}	0.1	0.1 ^{ns}	0.1	0.1 ^{ns}	0.2	0.2 ^{ns}	0.1	0.1 ^{ns}
Repeticiones	3	17.1	5.7 ^{ns}	0.8	0.3 ^{ns}	1.5	0.5 ^{ns}	13.4	4.5 ^{ns}	12.5	4.2 ^{ns}
E.E	9	17.6	2.0	1.2	0.1	2.7	0.3	14.5	1.6	10.3	1.2
C.V (%)		24.7%		16.6%		23.7%		22.9%		20.4%	

De la variable peso del fruto se pudo concluir que hubo diferencias significativas sobre las plantas de mora de Castilla con aplicación de *Trichoderma* a los 30 días, 60 días y en el promedio total. Mientras que para la interacción Ambiente x Trichoderma (A x T) y Ambiente (A) no hubo diferencias significativas durante los cuatro meses que duró el estudio (Tabla 11).

Al respecto, Fisher (2000) señala que grandes altitudes retrasan el desarrollo de los frutos en las especies frutales, Nono se encuentra a 2710 m.s.n.m, sin embargo, los requerimientos edafoclimáticos para un buen desarrollo del cultivo sugieren que debe estar en una precipitación entre 1800 y 2400 m.s.n.m (DAINCO, 2002). El peso de los frutos tiende a ser una variable muy inestable, razón por la cual no se presentaron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos, esto contrasta con lo reportado Bernal y Días (2010), quienes descubrieron que el peso de los frutos está entre 7.5 a 8 g, valores que coinciden con los resultados obtenidos, sin embargo, este peso va a variar por varios factores, como el clima, ataque de enfermedades y plagas, entre otros.

Tabla 12.

Análisis de Varianza del número de frutos mensual y promedio de mora de castilla evaluado en Nono, 2017

		Número de frutos									
		30		60		90		120		PROMEDIO	
F. de V.	g	S.C	C.M	S.	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M

	.I		C								
	1	684		68		128		782		265	
Total	5	2.4		.1		.4		6.4		8.7	
Ambient			33,1	1.	1.2	0.0	0.01	540.	540.	19.6	19.7
(A)	1	33.0	ns	2	ns	1	ns	6	6 ^{ns}	9	ns
Trichod		252	252,	12	12.5	102	102.		95.1	205	2053.
(T)	1	5.1	1 ^{ns}	.5	ns	.2	2**	95.1	ns	3	2**
		297.	297,	0.	0.6	0.0	0.03	637.	637.	108.	108.9
A x T	1	6	6 ^{ns}	6	ns	3	ns	6	6 ^{ns}	9	ns
Repetici		132	441,	8.	2.8	17.		357.	119.	54.1	18.1
ones	3	3.7	2 ^{ns}	6	ns	4	5.8*	2	1 ^{ns}	7	ns
		266	295.	45				619	688.	422.	
E.E	9	3.1	9	.2	5.0	8.8	1.0	6.1	5	7	47.0
C.V (%)		34.44%		35.04%		18.63%		27.54%		16.66%	

En cuanto a la variable número de frutos, solo hubo diferencias significativas del efecto de *Trichoderma* a los 90 días y en el promedio total. Ni el ambiente ni la interacción causaron efectos sobre las plantas de mora de Castilla durante los cuatro meses (Tabla 12).

Yedidia (2003). Manifiesta que cepas de *Trichoderma*, son un excelente estimulador del crecimiento, por lo cual la planta de mora se ve beneficiada al absorber la mayor cantidad de nutrientes disponibles en el suelo, con lo que se mejora su capacidad productiva, lo que se pudo observar en este estudio, que se obtuvo un mayor número de frutos en las plantas que fueron inoculadas con el hongo.

Tabla 13.

Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) del efecto de Trichoderma spp. en las propiedades físicas de plantas de mora de castilla, Nono 2017

	Diám polar (mm)		Peso fruto (g)		Número de frutos	
	30	30	60	PROM EDIO	90	PROMEDIO
Tratamiento	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
Trichoderma	29.6 ± 1.6 a	7.4 ± 1.6 a	5.5 ± 1.8 a	5.9 ± 0.8 a	61.4 ± 17.2 a	53 ± 6.7 a
Sin Trichoderma	24.9 ± 3.93 b	3.9 ± 1.7 b	2.7 ± 1.5 b	4.1 ± 1.6 b	9 ± 11.99 b	30.3 ± 6.4 b

Nota: Los valores con letras iguales, son iguales estadísticamente con la prueba Tuckey (<5%).

Se puede inferir que en cuanto a las propiedades físicas no existe efecto del factor clima en las plantas de mora de los dos ambientes. Sin embargo, cuando interactúa con *Trichoderma* existe un efecto positivo. Al evaluar el efecto de *Trichoderma* sobre las propiedades físicas (tamaño, peso y número de frutos) del fruto de mora de Castilla, se observó que la variable número de frutos fue la que registró el mayor aumento sobre todo a los 90 días con 61.4 unidades de mora, de igual forma cuenta con la mayor desviación estándar con 17.2. Lo cual sugiere que el número de frutos fue la variable que más se vio favorecida con la aplicación de *Trichoderma*.

Caso contrario sucede con la variable peso del fruto, la cual presentó poco aumento del peso durante todo el período de estudio (120 días), con 7.4 g a los 30 días, 5.5 g a los 60 días y 5.9 g en el promedio, lo cual nos indica que el peso no fue constante y fue variando cada mes (Tabla 13).

Se evidenció el efecto de *Trichoderma* sobre las propiedades físicas del cultivo de mora, según Camacho (2003) una nutrición vegetal equilibrada y adecuada es importante para el desarrollo de la planta y consecuentemente la calidad del

fruto. Tanto el contenido de uno como de varios nutrientes pueden afectar el estado fisiológico y crecimiento del fruto (Camacho, Moreno, y García, 2003).

El uso del biocontrolador *Trichoderma* es una alternativa prometedora al uso de agroquímicos de origen sintético y mejoramiento de calidad del fruto, la capacidad de cepas de *Trichoderma* como agentes de biocontrol se debe a su elevada capacidad reproductiva y a su elevada eficiencia en el crecimiento y estimulación de los mecanismos de control. Estas propiedades hacen a *Trichoderma* un agente presente en la mayoría de los hábitats con altas densidades de población (García y Santamarina, 2005).

4.3 Propiedades de descarte del fruto de mora de Castilla (%)

El análisis de varianza para las propiedades de descarte se realizó únicamente del promedio total de los cuatro meses (120 días), en el que se evaluaron los frutos podridos, aplastados y deformes. Se observó que existieron diferencias significativas del ambiente sobre los frutos deformes. El efecto de *Trichoderma spp.* sólo se evidenció en los frutos aplastados, siendo significativo al 5%. En la interacción Ambiente x *Trichoderma* no existieron diferencias significativas en ninguna de las variables de descarte. En cuanto a los frutos podridos ninguno de los tratamientos hizo efecto (Tabla 14).

Tabla 14.

Análisis de Varianza del promedio de las propiedades de descarte de mora de castilla evaluado en Nono, 2017

F. de V.	g.l	Aplastadas					
		Podridas (%)		(%)		Deformes (%)	
		S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M
Total	15	8.3		1.1		0.4	
Ambient(A)	1	0.1	0.1 ^{ns}	0.0	0.03 ^{ns}	0.1	0.08 ^{**}
Trichod (T)	1	1.8	1.8 ^{ns}	0.4	0.4 [*]	0.1	0.08 ^{ns}
A x T	1	0.04	0.04 ^{ns}	0.04	0.04 ^{ns}	0.1	0.05 ^{ns}

Repeticiones	3	2.8	0.9 ^{ns}	0.1	0.4 ^{ns}	0.03	0,04 ^{ns}
E.E	9	3.6	0.4	0.1	0.44	0.2	0.02
C.V (%)		25.8%		19.5%		14.2%	

Las propiedades de descarte fueron evaluadas según la incidencia de enfermedades que pudieron haber tenido las plantas, se hizo un análisis visual, y se determinó que el mayor daño fue causado por *Botrytis cinerea* o llamado moho gris, el cual daña al fruto de mora causando deformaciones en el mismo (Govrin & Levine, 2008). Con los resultados expuestos se evidenció el efecto que ejerce tanto el ambiente como el Trichoeb[®] sobre las propiedades de descarte del fruto de mora. Según (UNAL, 2011) la temperatura óptima para la correcta formación del fruto de mora está entre 16 y 25°C, valores fuera de este rango interfieren en la calidad del fruto. El campo abierto registra una temperatura de 14°C, por lo que afectó directamente en la calidad del fruto de mora, en especial formando frutos deformes como se muestra en los resultados.

Tabla 15.

Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) del efecto de Trichoderma spp. en las propiedades de descarte en plantas de mora de castilla, Nono 2017

Propiedades de Descarte %	
Deformes	
Tratamiento	Promedio
Trichoderma	0.7 ± 0.4 a
Sin Trichoderma	0.3 ± 0.2 b

Nota: Los valores con letras iguales, son iguales estadísticamente con la prueba Tuckey (<5%).

Trichoderma spp. en las propiedades de descarte fue evidente en los frutos deformes con una media de 0.7 % superando así al testigo en un 0.43% que tuvo una media de 0.3%. (Tabla 15). Esto se refiere al efecto de *Trichoderma* sobre el fruto de mora de Castilla, hubo menor cantidad de frutos deformes que tuvieron la aplicación de este biocontrolador con relación al testigo que no tuvo dicho tratamiento.

Efectuar las podas dentro del cultivo permanentemente facilita la aireación y crean un ambiente en el que se dificulta el desarrollo de enfermedades. Normalmente el cultivo de mora es atacado por varias plagas y enfermedades las cuales afectan diferentes órganos de la planta como son, raíces, tallos, flores y el fruto, causando deformidades o magulladuras (Leiva, 2011).

La luz, temperatura y humedad son factores importantes para un desarrollo adecuado del fruto, el papel de la luz como regulador de procesos se ha considerado como un factor importante, tanto para estimular la germinación, como para romper la latencia e intervienen en la calidad del fruto, según los resultados reportados el ambiente tiene un efecto sobre las propiedades de descarte del fruto de mora como lo reporta Grijalba (2010).

4.4 Vigor de las plantas de mora de Castilla

Ésta variable se registró mensualmente durante los cuatro meses que duró el estudio, al realizar el análisis de varianza se observó que existieron diferencias significativas de *Trichoderma spp.* sobre el vigor de la planta a los 30 días al 1% y a los 60 días al 5%, en los demás meses (90 y 120 días) no hubo diferencias estadísticas. Por otra parte, no existió efecto del ambiente, pero si de la interacción Ambiente x *Trichoderma* (A x T) a los 60 días con una diferencia significativa al 5% sobre el vigor de las plantas. Lo que permitió inferir que existe un efecto del producto biológico Trichoeb[®] sobre las plantas de mora tanto en invernadero como en campo abierto (Tabla 16).

Tabla 16.

Análisis de Varianza del vigor mensual y promedio de mora de castilla evaluado en Nono, 2017

		Vigor de planta (escala)									
		30		60		90		120		PROMEDIO	
F. de V.	g.l	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M
Total	15	18		13.9		11.8		12.4		8.9	
Ambient(
A)	1	1.0	1 ^{ns}	1.6	1.6 ^{ns}	0.3	0.3 ^{ns}	1.6	1.6 ^{ns}	0.6	0.6 ^{ns}
Trichod											
(T)	1	9.0	9 ^{**}	5.1	5.1 [*]	4.0	4.0 ^{ns}	3.1	3.1 ^{ns}	0.6	0.6 ^{ns}
A x T	1	0.0	0 ^{ns}	0.6	0.6 [*]	0.0	0 ^{ns}	0.1	0.1 ^{ns}	0.1	0.1 ^{ns}
Repetici											
ones	3	1.5	0.5 ^{ns}	2.2	0.7 ^{ns}	2.3	0.8 ^{ns}	1.2	0.4 ^{ns}	1.7	0.6 ^{ns}
E. E	9	6.5	0.72	4.6	0.5	5.3	0.6	6.6	0.7	6.1	0.7
C.V (%)		24.3%		19.0%		21.1%		22.4%		20.2%	

En un estudio realizado por Allen y Loxton (1987), se evidenció que las plantas de mora responden a las aplicaciones de *Trichoderma*, lo que se explica con el aumento del desarrollo radicular, también reportado por Blanchard (1996), lo que permitiría que las plantas aprovechen de esta manera el incremento en la disponibilidad de nutrientes, lo que ha influido directamente sobre el vigor de las plantas de mora. Como se observa en el presente estudio las plantas que fueron inoculadas con *Trichoderma* presentan un mejor vigor en comparación con el testigo.

Tabla 17.

*Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) del efecto de *Trichoderma* spp. en el vigor de las plantas de mora de castilla, Nono 2017*

Vigor plantas (escala)			
	30	60	90
Tratamiento	Promedio	Promedio	Promedio
Trichoderma	4.3 ± 0.9 a	4.1 ± 0.8 a	4.1 ± 0.9 a
Sin Trichoderma	2.75 ± 0.7 b	3.0 ± 0.8 b	3.13 ± 0.6 b

Nota: Los valores con letras iguales, son iguales estadísticamente con la prueba Tuckey (<5%).

Al evaluar el vigor de las plantas con *Trichoderma spp.* se observó que a los 30 días es el período en que más efecto tuvo con un valor de 4.3, esto significa que, la escala del vigor tiene ponderaciones del 1 al 5, siendo 1 poco vigorosa y 5 muy vigorosa, entonces al aplicar *Trichoderma* a las plantas de mora su vigor estuvo dentro de la escala en un 4.3, aunque a los 60 y 90 días fue disminuyendo pero mínimamente teniendo así un valor de 4.1 dentro de la escala, lo que significa que el vigor de las plantas fue estable durante todo el período de estudio. Mientras que, en las plantas del testigo los valores fueron en aumento, teniendo así a los 30 días un valor de 2.75, a los 60 días 3 y a los 90 días 3.13, colocándose dentro de la escala en 4 lo cual significa vigoroso (Tabla 17).

Casierra (2012) manifiesta que las actividades de poda y disponibilidad de agua están orientadas a facilitar las actividades agronómicas como mejorar la entrada de luz, la calidad de los frutos, aumentar el vigor de las plantas, establecer el equilibrio fisiológico, disminuir el número de ramas enfermas o no deseables, y dejar un número adecuado de frutos en cada rama (Moreno y Casierra, 2016).

Tabla 18.

Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) del efecto de la interacción Ambiente x Trichoderma (AxT) en el vigor de las plantas de mora de castilla, Nono 2017

Tratamiento		Vigor plantas (Escala)
Ambiente	Trichoder	60 d
Invernadero	Trichoderma	4.25 ± 0.96 a
Campo		
Abierto	Trichoderma	4 ± 0.82 ab
	Sin	
Invernadero	Trichoderma	3.50 ± 0.58 ab
Campo	Sin	
Abierto	Trichoderma	2.50 ± 0.58 b

Nota: Los valores con letras iguales, son iguales estadísticamente con la prueba Tuckey (<5%).

Con respecto al efecto que tuvo la interacción Ambiente x Trichoderma sobre el vigor de las plantas, se observó que fue positivo solamente a los 60 días, y se tuvo un mejor resultado en la interacción de Invernadero x Trichoderma tanto en la media como en la desviación estándar con 4.25 y 0.96 respectivamente, mientras que, la interacción de Campo Abierto x Testigo fue la que menor efecto tuvo con una media de 2.50 y una desviación estándar de 0.58 (Tabla 18).

4.5 Propiedades químicas del fruto de mora de Castilla

Dentro de las propiedades químicas analizadas en el presente estudio se evaluaron las variables de: Sólidos Solubles Totales (SST), Acidez Titulable, y pH. Al realizar el análisis de varianza se observó que no existieron diferencias significativas del ambiente, *Trichoderma*, ni de la interacción en los SST (Tabla 19).

Tabla 19.

Análisis de Varianza de los Sólidos Solubles Totales del fruto de mora de Castilla evaluado durante cuatro meses en Nono, 2017

F. de V.	Sólidos Solubles Totales (°Brix)										
	g.l	30 d		60 d		90 d		120 d		PROMEDIO	
		S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	C.M
Total	15	11.8		46.1		87.0		16.0		14.9	
Ambient(A)	1	1.0	1 ^{ns}	4.5	4.5 ^{ns}	8.3	8.3 ^{ns}	0.6	0.6 ^{ns}	0.6	0.6 ^{ns}
Trichod (T)	1	1.7	1.7 ^{ns}	2.8	2.8 ^{ns}	9.8	9.8 ^{ns}	0.0	0.01 ^{ns}	2.4	2.4 ^{ns}
A x T	1	0.1	0.1 ^{ns}	3.0	3.0 ^{ns}	20.9	20.9 ^{ns}	1.6	1.6 ^{ns}	3.3	3.3 ^{ns}
Repeticiones	3	5.3	1.8 ^{ns}	8.4	2.8 ^{ns}	12.3	4.1 ^{ns}	6.3	2.1 ^{ns}	2.9	1.0 ^{ns}
E.E	9	3.8	0.4	27.4	3.1	35.7	4.0	7.5	0.83	5.7	0.6
C.V (%)		7.9%		28.0%		28.5%		9.5%		10.3%	

Según Martínez (2013) el hecho de que no haya existido ningún efecto en los Sólidos Solubles Totales (SST) sobre el fruto de mora de Castilla obedece a la gran cantidad de luz recibida en el cultivo, explica que los SST están influenciados por la alta luminosidad, entre mayores sean las insolaciones mayor cantidad de sólidos solubles tendrá el fruto, por lo tanto, los resultados obtenidos concuerdan con lo citado anteriormente, ya que el ambiente no tuvo ningún efecto sobre los SST por lo que no causó efecto en los mismos (Martínez y Infante, 2013).

La caracterización química de los frutos de mora permite identificar diferencias relevantes al momento de establecer criterios de madurez y selección del fruto de mora de Castilla, en este sentido se demostró que el contenido de Sólidos Solubles Totales no presentó un incremento con la aplicación de *Trichoderma spp.* conducta que se supone ocurrió debido a que no hubo la conversión de ácidos orgánicos en azúcares, o a la reserva de hidratos de carbono de la

planta por una baja capacidad fotosintética del fruto de mora (Grijalba y Calderón, 2010, pp. 24-41).

Tabla 20.

Análisis de Varianza de la Acidez Titulable del fruto de mora de Castilla evaluado durante cuatro meses en Nono, 2017

Acidez Titulable (g/ml)																	
											PROMEDI						
											O						
											30 d	60 d	90 d	120 d			
											g.			C.	S.		
F. de V.	I	S.C	C.M	S.C	C.M	S.C	M	C	C.M	S.C	C.M						
	1	0.01		0.0		0.0		0.0		0.0							
Total	5	00		10		10		3		10							
											0.0	0.0					
Ambient			0,0	0.0	02 ⁿ	0.0	06	0.0	0.01	0.0	0.00						
(A)	1	0.01	1 ^{ns}	02	s	06	ns	1	ns	03	3 ^{ns}						
											0.0	0.0	0.0	0.01*			
Trichod			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.03	0.0	0.01*						
(T)	1	0.01	1 ^{**}	10	1 ^{**}	10	1 ^{**}	3	**	10	*						
											0.0	0.0	0.0	0.00			
A x T		0.00	01 ⁿ	0.0	02 ⁿ	0.0	01	0.0	0.01	0.0	0.00						
	1	1	s	02	s	01	ns	1	ns	01	1 ^{ns}						
											0.0	0.0	0.0	0.00			
Repetici		0.00	02 ⁿ	0.0	03 ⁿ	0.0	02	0.0	0.03	0.0	0.00						
ones	3	7	s	08	s	07	ns	1	ns	00	5 ^{ns}						
											0.01	0.0	0.0	0.00			
E.E	9	60	02	1	02	11	01	2	3	01	06						
											0.4%	0.4%	0.3%	0.4%			
C.V (%)											0.2%						

En cuanto a la acidez titulable se observó que *Trichoderma spp.* tuvo efecto en los frutos de mora durante los cuatro meses que duró el estudio, con diferencias significativas al 1%. Sin embargo, no existieron diferencias estadísticas del ambiente y la interacción Ambiente x *Trichoderma* (AxT) causaron efecto sobre las propiedades químicas de las plantas de mora (Tabla 20).

En cuanto a la acidez titulable el efecto de *Trichoderma* en las plantas de mora de Castilla estuvieron alrededor de 3,65 g/ml, valor que está dentro de los parámetros según estudios reportados por Guédez (2009).

Tabla 21.

Análisis de Varianza del pH del fruto de mora de Castilla evaluado durante cuatro meses en Nono, 2017

		pH (log H ⁺)										
		30 d		60 d		90 d		120 d		PROMED IO		
		g		S.		S.		S.		S.		
F. de V.	.I	S.C	C.M	C	C.M	S.C	C.M	C	C.M	C	C.M	
Total	1	5	4.3	1.1	0.6	1.3	0.7					
Ambient(A)	1	0.1	0.1 ^{ns}	0.0	0.02 ^{ns}	0.0	0.01 ^{ns}	0.0	0.01 ^{ns}	0.1 ⁿ	0.1 ^s	
Trichod(T)	1	0.0	0.002 ^{ns}	0.4	0.4 [*]	0.0	0.003 ^{ns}	0.1	0.1 ⁿ	0.1	0.1 ^s	
A x T	1	1	0.0	0.01 ⁿ	0.1	0.1 ⁿ	0.0	0.003 ^{ns}	0.0	0.01 ^{ns}	0.0	0.02 ^{ns}

Repeticiones	3	0.2	0.07 ⁿ s	0.1	0.03 ns	0.1	0.03 ⁿ s	0.2	0.1 ⁿ s	0.0	0.01 ns
E.E	9	4.0	0.4	0.6	0.1	0.3	0.03	1.0	0.1	0.5	0.1
C.V (%)		15.4%		7.1%		5.5%		10.4%		6.7%	

Mientras que, el efecto de *Trichoderma spp.* sobre el pH tuvo diferencias significativas al 5% solamente a los 60 días, contrario al ambiente y la interacción (A x T), mismas que no presentaron diferencias significativas, deduciendo que no causaron efecto sobre el pH de las plantas de mora de Castilla (Tabla 21).

Las especies de *Trichoderma spp.* no muestran gran problema con relación al pH del sustrato, pueden crecer fácilmente en suelos con un pH de 5.5 a 8.5, aunque de 5.5 – 6.5, se desarrollan mejor, es decir en un ambiente ligeramente ácido, de igual forma, *Trichoderma* se desarrolla en suelos con una humedad de 60%, si existe un mayor porcentaje de saturación afecta directamente a la colonización y su sobrevivencia disminuye por la baja disponibilidad de oxígeno (Bautista, 2011), datos que difieren un poco según los datos reportados en la Tabla 3 de acuerdo al clima de la Granja Experimental de Nono que tiene una humedad de 80% en Invernadero y 70% en Campo Abierto, sin embargo esto no afectó al desarrollo de *Trichoderma spp.* por lo que causó un efecto sobre el pH de los frutos de mora de Castilla (Franco y Giraldo, 2008, p. 61-70).

Tabla 22.

Promedios, desviación estándar y prueba de Tukey ($\leq 0,05$) del efecto de Trichoderma spp. de las propiedades químicas de las plantas de mora de castilla, Nono 2017

Acidez Titulable (g/ml)				
30 d	60 d	90 d	120 d	PROMEDI

O					
Tratamiento	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
		3.26 ±		3.94 ±	3.61 ± 0.01
Trichoderma	3.46 ± 0.01 a	0.02 a	3.77 ± 0.01 a	0.02 a	a
Sin		3.22 ± 0.01		3.85 ±	3.55 ± 0.01
Trichoderma	3.42 ± 0.02 b	b	3.73 ± 0.01 b	0.02 b	b

Nota: Los valores con letras iguales, son iguales estadísticamente con la prueba Tuckey (<5%).

Con respecto al efecto que causó *Trichoderma spp.* se observó que influyó solamente en la acidez titulable obteniendo una mayor acidez a los 120 días con 3.94 (g/ml), y el menor efecto con 3.26 (g/ml) a los 60 días. Por otro lado, el mayor valor en el testigo se registró a los 60 días con un valor de 3.22 (g/ml), tanto los valores de la acidez del testigo como de *Trichoderma spp.* fueron variando durante todo el período de estudio (4 meses) ya que sus datos fueron en aumento y disminución como se muestra en la Tabla (22).

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

El vigor de las plantas de mora fue mayor tanto en invernadero como en campo abierto con aplicación de *Trichoderma* con un 75% y 54% respectivamente.

El rendimiento de mora de Castilla evaluado en dos ambientes tuvo un efecto claro de *Trichoderma* favoreciendo al rendimiento cuando se realizó la inoculación.

Con respecto al efecto de *Trichoderma spp.* en la calidad química del fruto de mora de Castilla cultivada en invernadero y campo abierto, se determinó que su acción no tuvo efecto sobre los Sólidos Solubles Totales (SST) y el pH, mientras que hubo un efecto de *Trichoderma* sobre la acidez titulable.

En cuanto a las propiedades físicas no se vio un efecto claro de *Trichoderma* en el diámetro polar y ecuatorial del fruto. Mientras que se pudo ver un efecto en el peso del fruto a los 30 y 60 días de la evaluación.

Debido a la inoculación de cepas de *Trichoderma* en el suelo producto de la inoculación tanto en invernadero como en campo, el aumento de rendimiento de fruta de mora se vio favorecido. El efecto de Trichoeb® fue mayor en relación con el testigo.

El factor ambiente casi no tuvo efecto alguno sobre las plantas de mora de Castilla, a menos que se encuentre interactuando con *Trichoderma*, por lo que se deduce que no hay mucha diferencia entre las plantas del invernadero y del campo abierto con relación a las variables.

5.2 Recomendaciones

Se requiere evaluar en detalle las causas que originan el daño del fruto en campo, para de esta forma poder atacar y determinar cuál es el que mayor impacto negativo tiene sobre la planta de mora.

Determinar los agentes causales de las pudriciones del fruto a nivel de campo.

Realizar una evaluación en campo sobre el establecimiento y multiplicación de cepas de *Trichoderma*, con base a características agronómicas.

Formar una especie de cepario de microorganismos benéficos con el fin de usarlos a nivel de pre o post cosecha en diferentes cultivos.

Referencias

- Andrade. C. (2012). *Evaluación del efecto de la aplicación de Trichoderma harzianum y Trichoderma viride para el control de marchitez en mora de castilla (Rubus glaucus benth) en el cantón pillaro, provincia de Tungurahua*. Recuperado el 11 de abril de 2017 de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/>.
- A.O.A.C. (2007). *Official Methods of Analysis of AOAC international*. (18^{ava} ed.). Maryland, Estados Unidos: Ebert.
- Ayala, L., y Valenzuela, C. (Diciembre, 2013). Caracterización fisicoquímica de mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) en seis estados de madurez. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. v 11(2), pp. 10-18.
- Bécquer, C., Lazarovits, G., y Lalin, I. (2013). *Interacción in vitro entre Trichoderma harzianum y bacterias rizosféricas estimuladoras del crecimiento vegetal*. Recuperado el 25 de octubre de 2017 de <http://www.ciencia-animal.org/revista-cubana-de-ciencia-agricola/articulos/T47-N1-A2013-P97-C-J-Becquer.pdf>.
- Calle. (2011). *Mora de Castilla*. Recuperado el 25 de noviembre de 2017 de www.iica.com/mora/manejofitosanitario
- Camacho, B., Moreno, M., y García, D. (2003). *Características físico-químicas y composición de ácidos grasos del aceite crudo extraído de residuos de mora (Rubus glaucus Benth)*. Recuperado el 5 de diciembre de 2017 de <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/viewFile/240/241>
- Cardona, E., & García, E. (2014). Manejo Integrado del Cultivo. *Manual Técnico del cultivo de mora bajo Buenas Prácticas Agrícolas*. v 10 (2), pp. 21-55.
- Casaca, A. (2005). *El cultivo de la mora*. Recuperado el 15 de octubre de 2017 de <http://www.dicta.hn/files/Mora,-2005.pdf>

- Chavez, M. (2006). *Producción de Trichoderma spp. y evaluación de su efecto en cultivo de Crisantemo (Dendrathera grandiflora)*. Recuperado el 9 de noviembre de 2017 de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8312/tesis286.pdf?sequence=1>
- Cholango, L. (2009). *Selección de cepas de Trichoderma sp. in vitro para el control de problemas radiculares en flores de verano*. (Tesis de maestría). Escuela Superior Politécnica del Ejército - IASA.
- Cisneros, G. (2011). *Efectos de la aplicación de trichoderma harzianum sobre la incidencia de "damping off" en el cultivo de fresa (fragaria vesca l) en la zona del Quinche Provincia de Pichincha*. Recuperado el 15 de enero de 2018 de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/140>
- CORPEI. (2009). *Perfiles de mercado: Perfil de Mora*. Recuperado el 16 de octubre de 2017 de <http://www.pucesi.edu.ec/pdf/mora.pdf>
- Damaso. (2008). *Influencia de la temperatura, la insolacion y la precipitacion sobre los solidos solubles del fruto de la mora (Rubus glaucus Benth)*. Recuperado el 14 de noviembre de 2017 de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/viewFile/2079/1605>
- Díaz, C. (2011). *Categorización de la latencia en semillas de mora (Rubus glaucus Benth.), para el apoyo a programas de mejoramiento y conservación de la especie*. Recuperado el 23 de enero de 2018 de <http://www.bdigital.unal.edu.co/5691/1/70550101.2011.pdf>
- Donoso, E., y Rojas, N. (2008). *Efecto de Trichoderma harzianum y compost sobre el crecimiento de plántulas de Pinus radiata en vivero*. Recuperado el 16 de noviembre de 2017 de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002008000100006&script=sci_arttext&tlng=pt
- ESPAC. (2014). *Reportes Dinámicos*. Recuperado el 14 de septiembre de 2017 de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/reportes-dinamicos-espac>

- FAO. (2007). *Food and Agriculture Data*. Recuperado el 26 de agosto de 2017 de <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Farinango, M. (2010). *Estudio de la fisiología postcosecha de la mora de castilla*. Recuperado el 10 de agosto de 2017 de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1668/1/CD-2639.pdf>
- Franco, G., y Giraldo, M. (2008). El cultivo de la mora. *Proyecto de Transferencia de Tecnología sobre el cultivo de la Mora*. v. 6 (8), pp. 61-70.
- García, F., y Santamarina, M. (2005). *Mecanismos de control de Trichoderma*. Recuperado el 5 de enero de 2018, de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1303284>
- Gobierno Provincial de Tungurahua. (2013). *Manual de Cultivo de Mora de Castilla*. Ambato: Santana.
- González, M., Castellanos, L., y Ramos, M. (2005). *Efectividad de trichoderma spp. para el control de hongos patógenos de la semilla y el suelo de la planta de frijol*. Recuperado el 13 de diciembre de 2017 de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis98.pdf>
- Govrin, E., y Levine, A. (2008). *The hypersensitive response facilitates plant infection by the necrotrophic pathogen Botrytis cinerea*. Recuperado el 20 de enero de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982200005601>
- Grijalba, C., y Calderòn, L. (2010). *Rendimiento y calidad de la fruta en mora de castilla /Rubus glaucus Benth), con y sin espinas, cultivada en campo abierto en Cajicá*. Recuperado el 12 de noviembre de 2017 de <http://repositorio.una.edu.ni/2011/>
- Guilcapi, E. (2009). *Efecto de Trichoderma harzianum y Trichoderma viridae, en la producción de plantas de café (coffea arabiga) variedad caturra a nivel de vivero*. (Tesis de postgrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

- Hinapié, O., y Saldarriaga, A. (2017). *Biological, botanical and chemical alternatives for the control of blackberry (Rubus glaucus Benth.)*. Recuperado el 11 de septimebre de 2017 de <http://web.b.ebscohost.com/bibliotecavirtual.udla.edu.ec/ehost/detail/detail?vid=5&sid=1da12fcd-769a-4eef-80fc-8776d1ccdbeb%40sessionmgr102&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=123065921&db=a9h>
- IICA. (2015). *Trichoderma spp. para el control biológico de enfermedades*. Recuperado el 23 de noviembre de 2017 de <http://www.iicabr.iica.org.br/wp-content/uploads/2016/05/Trichoderma-SSP2.pdf>
- Iza, F., y Rojas, X. (2016). *Línea base de la calidad de la mora de Castilla en su cadena alimentaria*. Recuperado el 8 de noviembre de 2017 de <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/107/113>
- Leiva, L. (2011). Manejo Fitosanitario del Cultivo de Mora. *Instituto Colombiano Agropecuario*. v 1, pp. 5-30.
- López, J., y Valle, C. (2009). *Evaluación de control de Verticillium en el cultivo de mora en el sector el Triunfo del cantón Patate*. Recuperado el 5 de octubre de 2017 de <https://www.ups.edu.ec/informacion-graduado?pld=106955>
- Marín, M., Rivera, G., y Villalobos, K. (2012). Evaluación de hongos antagonistas de botrytis cinerea pers., en plantaciones de mora, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. v. 41 (1), pp. 8-11.
- Martínez, B., y Infante, D. (2013). *Trichoderma spp. y su función en el control de plagas en los cultivos*. Recuperado el 12 de septiembre de 2017 de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522013000100001
- Medina, C., Cristancho, D., y Uribe, D. (2009). *Respuesta fisiológica y capacidad antagonista de aislamientos filosféricos de levaduras*

obtenidos en cultivos. Recuperado el 5 de julio de 2017 de <https://search-proquest-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/docview/1677393370/fulltextPDF/77ED65918AA24FD8PQ/1?accountid=33194>

Merchán, J., y Ferrucho, R. (2014). *Efecto de dos cepas de Trichoderma en el control de Botrytis cinerea y la calidad del fruto de mora*. Recuperado el 11 de marzo de 2017 de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v8n1/v8n1a05.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2014). *Mora (Cultivo y Manejo poscosecha)*. Recuperado el 30 de agosto de 2017 de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual_mora_indice.html

Moreno, B., y Casierra, F. (2016). Índices de crecimiento en plantas de mora (*Rubus alpinus* Macfad) bajo diferentes sistemas de poda. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. v 10 (1), 28-39

doi: <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2016v10i1.4457>

Norma Técnica Colombiana. (1997). *Frutas Frescas: Mora de Castilla. Especificaciones*. Recuperado el 12 de diciembre de 2017 de <http://dspace.ucundinamarca.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/632/Anexo%201%20NTC4106-%20mora.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Páez, O. (2008). *Uso agrícola de Trichoderma*. Recuperado el 10 de enero de 2018 de <http://www.soil-fertility.com/trichoderma/espagnol/index.shtml>

Pérez, M. (2007). *Efecto de cuatro sustratos en el endurecimiento de vitroplantas de mora variedad risaralda, en el municipio de las Sabanas, departamento de madriz*. Managua: Rojima.

Poalacin, J. (2015). *Estudio del adecuado crecimiento del hongo Trichoderma harzianum y Trichoderma hamatum en sustrato sólido* (Tesis de maestría). Universidad Central del Ecuador.

- Restrepo, J. C., y Sánchez, R. (2011). *Manejo Fitosanitario Cultivo de Mora*. Recuperado el 2 de enero de 2018 de <http://www.ica.gov.co/getattachment/b7e061eb-ebd3-4f80-9518-c771712405eb/-nbsp%3BManejo-fitosanitario-del-cultivo-de-la-mora.aspx>
- Romojaro, F., y Martínez, M. (2012). *Factores precosecha determinantes de la calidad y conservación en poscosecha de productos agrarios*. recuperado el 15 de noviembre de 2018 de <http://www.horticom.com/pd/imagenes/65/906/65906.pdf>
- SIGAGRO. (2006). *Sistema de información geográfica y agropecuaria*. Recuperado el 22 de junio de 2017 de <http://www.mag.gov.ec/sigagro/>
- Tripathi, A., Tripathi, N., y Sharma, N. (2010). Biological Control of Plant Diseases: *An Overview and the Trichoderma System as Biocontrol Agents*. En A. Arya, & A. Perelló, *Management of fungal plant pathogens*. Recuperado el 14 de diciembre de 2017 de https://www.researchgate.net/publication/286232750_Biological_control_of_plant_diseases_An_overview_and_the_Trichoderma_system_as_biocontrol_agents
- UNAL. (2011). Métodos de preservación de la mora de castilla *Rubus glaucus Benth* almacenada a temperatura ambiente en el valle del cauca. *Revista Agronómica*. v. 26 (1-2), pp. 49-59.
- Universidad Militar Nueva Granada. (2010). *Rendimiento y calidad de la fruta en Mora de Castilla (Rubus glaucus Benth) con y sin espinas, cultivada en campo abierto en Cajicá*. Chile: Recuperado el 22 de octubre de 2017 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3661660>
- Villegas, M. (2002). *Trichoderma pers. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible*. Recuperado el 5 de noviembre de 2017 de https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:_2DkafLMmjUJ:https://www.oriusbiotech.com/escrito%3Fnom%3DTrichoderma_pers.

_Caracter%25C3%25ADsticas_generales_y_su_potencial_biol%25C3%
25B3gico_en_la_agricultura_sostenible.+&cd=3&hl=es-419&ct=clnk&gl

Zapata, R., & Quiroga, M. (2012). Trichoderma spp biocontrolador y promotor de crecimiento: una alternativa al uso de agroquímicos en cultivos intensivos. *Avances en Energía Renovable y Medio Ambiente*. v. 16, pp. 15-19.

Zerba. (2011). *Control biológico*. Recuperado el 15 de enero de 2018 de [http://www.Bmag .go./ biblioteca_virtual_ciencia/manual_mora](http://www.Bmag.go./biblioteca_virtual_ciencia/manual_mora)

ANEXOS

Anexo 1. Definición de dosis de aplicación de Trichoeb® y dispersante Silwet en invernadero y campo abierto

Trichoeb

Se realizó el siguiente cálculo para determinar la cantidad del producto a aplicar por planta.

$$\frac{\text{Espacio de la planta (cm}^3\text{) x dosis teórica a aplicar (UFC)}}{\text{Concentración del producto}}$$

- Tomando en cuenta que se quiere llegar a 10.000 UFC/g suelo
- 1 g de suelo equivale a 1 cm³ de volumen
- Según el análisis de suelo reportado por el INIAP tiene 3.33 UFC/g producto.

$$30 \times 30 \times 30 = 27.000 \text{ cm}^3 \text{ de suelo}$$

$$27.000 \times 10.000 = 2.7 \times 10^8 \text{ UFC x planta}$$

$$2.7 / 3.33 \times 10^8 = 0.81 \text{ g/planta}$$

Silwet

- Cada planta de mora tiene en total cuatro orificios en forma de cruz, cada orificio corresponde a un mes.
- Los baldes a usar serán de 15 litros, 1 para testigo y 1 para Trichoderma
- Se debe usar en plantas de mora 0.15 cc/agua del dispersante Silwet

$$12 \text{ l de agua} \times 0.15 = 1.8 \text{ ml/ tratamiento}$$

$$1.8 \times 4 \text{ (orificios)} = 7.2 \text{ ml}$$

- Para el primer mes se va a ocupar 7.2 ml del dispersante Silwet

$$\frac{15 \times 1.8}{12} = 2.25 \text{ ml de Silwet en cada balde}$$

Anexo 2. Escala de Vigor







ESCALA	VIGOR	
1= 1-20%	 Muy Débil	
2= 21-40%	Débil	
3= 41-60%	Levemente	
4= 61-80%	Vigorosa	
5= 81-99%	Muy Vigorosa	

Figura 2 Escala de Vigor

Fuente: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina

Anexo 3. Rendimientos mensuales del fruto de mora de Castilla en dos ambientes diferentes, Nono 2017.

RENDIMIENTO (g parcela ⁻¹)							
REPETIC.	AMBIENTE	TRICHOEB	1	2	3	4	TOTAL
1	1	1	409.25	123	174	216	230.7
1	1	2	111.25	51.75	96.25	351.25	152.63
1	2	1	421.5	184	285.25	109	249.88
1	2	2	153.25	112	33	515	203.31
2	1	1	254	412.5	349.5	271	321.75
2	1	2	70.75	306.5	232.75	490	274.75
2	2	1	125	213.75	263.75	197.5	200
2	2	2	28.5	36.5	36.5	194.75	74.06
3	1	1	310.25	194	107.75	160.5	193.13
3	1	2	8.5	0	0	269.5	69.5
3	2	1	378	129	293.75	148.5	237.31
3	2	2	34.5	21	39.75	133.75	57.25
4	1	1	508.75	205.5	317.75	207.75	309.94
4	1	2	133.25	64.75	16	260	118.5
4	2	1	401	213.5	485.75	234.25	333.63
4	2	2	99.25	61	45.5	247.5	113.31

Ambientes

1: Invernadero

2: Campo Abierto

Trichoderma

1: Con Trichoderma

2: Sin Trichoderma

Anexo 4. Medición del diámetro ecuatorial y polar del fruto de mora de Castilla evaluados con un calibrador digital.



Figura 3 Medición del tamaño de mora

Fuente: Autoría personal evaluado en el laboratorio de la Universidad de las Américas

Anexo 5. Evaluación visual sobre la incidencia de enfermedades del fruto de mora de Castilla



Figura 4 Moras afectadas por *Botrytis cinerea*

Fuente: Autoría personal

Anexo 6. Protocolos para el análisis de características químicas del fruto de mora de Castilla

6.1 Análisis de Sólidos Solubles Totales (SST) del fruto de mora de Castilla

Procedimiento:

1. Lo primero que se debe hacer es tener es tener el refractómetro debidamente calibrado.
2. Pesar aproximadamente 50 gramos de moras
3. Extraer 15 ml de jugo de mora con la ayuda de un mortero
4. Colocar de 1 a 2 gotas en el prisma del refractómetro
5. Anotar los resultados obtenidos en °Brix.

6.2. Análisis de la Acidez Titulable del fruto de mora de Castilla

Procedimiento:

1. Para realizar este análisis se toma en cuenta el ácido predominante del fruto, como es el ácido cítrico.
2. Pesar 100 gramos de mora
3. Extraer 30 ml de jugo de mora con ayuda de un mortero
4. Mezclar con 200 ml de agua destilada
5. Titular con Hidróxido de Sodio NaOH al 0.1 N
6. Continuar con la titulación hasta que alcance la solución un pH de 8 a 8.5, el cual es el punto de viraje de color del indicador fenoftaleína
7. Registrar el consumo
8. Calcular la acidez mediante la fórmula:

$$\frac{V_{NaOH} * N - V_t}{P_m}$$

Donde:

V NaOH: Volumen de hidróxido de sodio consumido en la titulación (ml)

N: Normalidad del hidróxido de sodio

Meq: Miliequivalentes del ácido cítrico (0.064)

Vt: Volumen final (ml)

Pm: Peso de la muestra (g)

Va: Volumen de la alícuota (ml)

6.3 Análisis del pH del fruto de mora de Castilla

Procedimiento:

1. Tener el potenciómetro debidamente calibrado con ayuda de un buffer de pH 4 y 7.
2. Pesar 50 gramos de mora aproximadamente
3. Aplastar 15 gramos de jugo de mora con la ayuda de un mortero
4. Extraer 20 ml de jugo de mora
5. Colocar el electrodo en el centro de la muestra, evitando que toque el fondo del envase
6. Registrar la lectura
7. Interpretar los resultados en $\log H^+$

Anexo 7. Croquis de ubicación de plantas de mora de Castilla en la Granja Experimental UDLA en Nono, 2017.

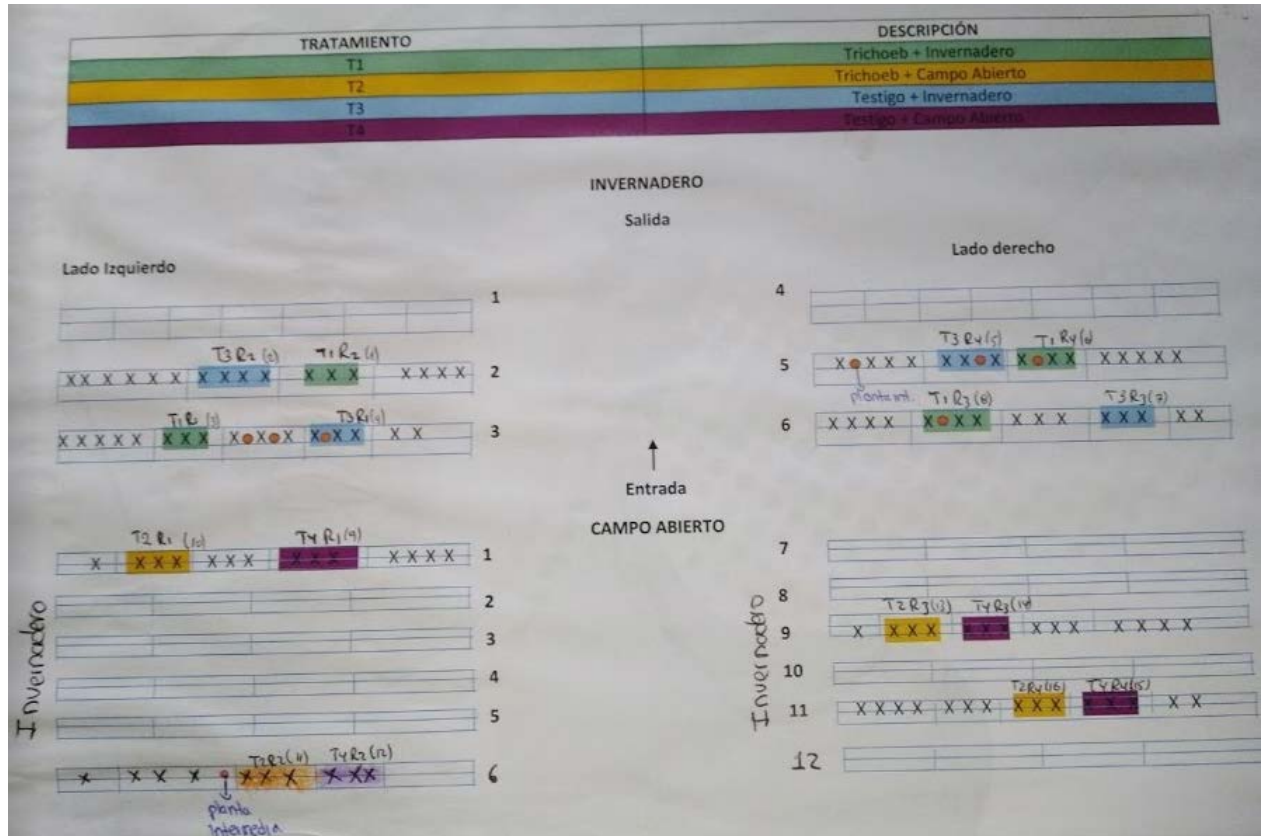


Figura 5 Distribución total de plantas de mora tanto en invierno como en campo abierto

Anexo 8. Nomenclatura de los distintos tratamientos utilizados en el estudio

Nomenclatura	Interpretación
T1R1	Tratamiento 1 repetición 1
T1R2	Tratamiento 1 repetición 2
T1R3	Tratamiento 1 repetición 3
T1R4	Tratamiento 1 repetición 4
T2R1	Tratamiento 2 repetición 1
T2R2	Tratamiento 2 repetición 2
T2R3	Tratamiento 2 repetición 3
T2R4	Tratamiento 2 repetición 4
T3R1	Tratamiento 3 repetición 1
T3R2	Tratamiento 3 repetición 2
T3R3	Tratamiento 3 repetición 3
T3R4	Tratamiento 3 repetición 4
T4R1	Tratamiento 4 repetición 1
T4R2	Tratamiento 4 repetición 2
T4R3	Tratamiento 4 repetición 3
T4R4	Tratamiento 4 repetición 4

Anexo 9. Protocolo para realizar la inoculación de *Trichoderma spp.* en invernadero y campo abierto en la Granja Experimental UDLA Nono, 2017.

Procedimiento:

1. Previo a la inoculación tener todos los materiales listos incluyendo la cantidad de *Trichoderma spp.* y silwet a utilizar.
2. Realizar con ayuda de una barra un orificio de 50 cm de profundidad en el orificio del mes correspondiente de cada planta de mora de cada parcela.
3. Colocar en un balde 12 litros de agua con 2.25 ml de Silwet
4. Mezclar hasta que quede todo homogenizado
5. Inocular empezando por los testigos tanto de invernadero como de campo abierto 25 ml en cada orificio de cada planta.
6. Desinfectar los materiales utilizados
7. Desechar la mezcla sobrante
8. Llenar nuevamente los baldes con 12 litros de agua
9. Colocar en un envase aparte los 9.72 gramos de Trichoeb a usar por tratamiento y mezclar con agua.
10. Homogenizar la mezcla hasta que esté completamente disuelto.
11. Inocular con los envases de 25ml. En el orificio correspondiente de cada planta.

Anexo 10. Manejo Agronómico del Cultivo de Mora

Fecha	Inv.	C.A	Tratamiento/ Actividad	Observaciones
10/04/2017	x		Fumigado con New Bt 500 ml + Altive 200 ml / tanque.	Foliar
10/04/2017	x		Fumigado con Poliquel multi 200 ml + rebus 400 ml/ tanque.	Foliar
11/04/2017		x	Fumigado caldo con bordelex 1 kg/tanque + Ecuafix 100 ml/ tanque.	Foliar
11/04/2017	x		Fumigado cupertoc 300 ml / tanque + extracto de alga 200 ml / tanque de 200 l.	Foliar
17/04/2007	x	x	Fertilización con ácido bórico 600 cc.	Fertirriego
25/04/2017	x	x	Fumigado con benocor 300 g / tanque de 200 l + 200 cc de poliquel	Foliar
01/05/2017	x	x	Fertilizado con ácido forsfórico 600 cc.	Fertirriego
09/05/2017		X	Jabón 400 cc / tanque para ácaros + cistal 40/tanque	Foliar

11/05/2017	x	x	Nitrato de calcio	Fertirriego
12/05/2017	x	x	Fosfato monopotásico, nitrato de potasio	Fertirriego
16/05/2017	x	x	Fosfato monopotásico, nitrato de potasio	Fertirriego
17/05/2017	x	x	Nitrato de calcio	Fertirriego
23/05/2017		x	Atalón 700 ml / tanque+ mancoceb 700 ml / tanque + biocime 100 ml / tanque	Foliar
27/05/2017	x	x	Fosfato monopotásico, nitrato de potasio	Fertirriego
06/06/2017	x		Fumigado con benacor 300 g / tanque de 200 l + 200 cc de poliquel	Foliar
07/06/07	x	x	Nitrato de calcio	Fertirriego
09/06/2017	x	x	Nitrato de calcio	Fertirriego
15/06/2017	x		300 cc / tanque para mosca blanca	Foliar
15/06/2017		x	Atalón 700 cc/ 100 litros + 20 cc regulex	Foliar
18/06/2017	x	x	Fosfato	Foliar

			monopotásico, nitrato de potasio	
21/06/2017		x	Kfol 400c / 200 l	Foliar
25/06/2017	x	x	Fosfato monopotásico, nitrato de potasio	Fertirriego
28/06/2017	x	x	Nitrato de calcio	Fertirriego
03/07/2017	x		Atalón 700 ml / tanque + biocime 100 ml / tanque.	Foliar
05/07/2017				
08/07/2017	x	x	Nitrato de calcio	Fertirriego
11/07/2017	x		Jabón 400 cc / tanque contra ácaros	Foliar
12/07/2017	x	x	Fosfato monopotásico, nitrato de potasio	Fertirriego
15/07/2017	x	x	Nitrato de calcio	Fertirriego
17/07/2017	x	x	Fosfato monopotásico, nitrato de potasio	Fertirriego
18/07/2017	x		Fungidor 700 g / tanque	Foliar
21/07/2017	x	x	Trampa para insectos	Foliar
22/07/2017		x	Thiofanato 100 g / 200 l	Foliar

26/07/2017	x		Detergente 400 cc / tanque	Foliar
29/07/2017	x	x	Nitrato de calcio	Fertirriego

