

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Evaluación de microorganismos benéficos (EMAs, Microorganismos de Montaña y Trichodermas) en el control de enfermedades e incremento de la producción del cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth) en la parroquia Santa Martha de Cuba.

Trabajo de titulación previa la obtención del título de
Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTOR(A): Jhon Jairo Velasco Montenegro

TUTOR(A): Judith García. PhD

Tulcán, 2021

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Velasco Montenegro Jhon Jairo con el número de cédula 0401873856 ha elaborado el trabajo de titulación: “Evaluación de microorganismos benéficos (EMAs, Microorganismos de Montaña y Trichodermas) en el control de enfermedades e incremento de la producción del cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth) en la parroquia Santa Martha de Cuba”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

García Bolívar Judith Josefina

TUTOR

Carlos David Herrera

LECTOR

Tulcán, julio de 2021

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniero** en la Carrera de ingeniería en desarrollo integral agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Jhon Jairo Velasco Montenegro con cédula de identidad número 0401873856 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

Velasco Montenegro Jhon Jairo

AUTOR

Tulcán, julio de 2021

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jhon Jairo Velasco Montenegro declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Evaluación de microorganismos benéficos (EMAs, Microorganismos de Montaña y Trichodermas) en el control de enfermedades e incremento de la producción del cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth) en la parroquia Santa Martha de Cuba” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Velasco Montenegro Jhon Jairo

AUTOR

Tulcán, julio de 2021

AGRADECIMIENTO

El ser humano necesita en todo momento el apoyo de personas que le apoyen en todo momento, por eso quiero agradecer infinitamente por haber sido mi inspiración para lograr este objetivo.

A mis Padres, Imelda Margoth Montenegro Huera y Clemente Alejandro Velasco Echeverría por haber sido mis compañeros, mis amigos, mi consuelo y mi inspiración para culminar esta nueva etapa de mi vida, por inculcarme valores importantes que son necesarios para ser mejores seres humanos cada día como la honestidad, disciplina, constancia, y nunca avergonzarme de mis raíces.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por ser aquel templo de saber dónde siempre encontré docentes preparados, quienes me guiaron en todo momento, me siento muy agradecido por el aprendizaje adquirido y por inculcarme valores de parte de muchos docentes que siempre los recordaré.

A mi tutora, Dra. Judith García por brindarme su confianza, su experiencia profesional y apoyo incondicional, para de esta manera obtener mi título de graduación.

DEDICATORIA

Primeramente, este título se lo dedico a mi Padre Celestial por ser el motor de mi vida y de quien he recibido la fuerza para poder culminar esta meta.

A mis padres y mis hermanas que han estado apoyándome en todo momento, gracias a sus consejos, regaños y afectos lo he logrado.

A mis amigos y a todos quienes han estado presentes y ya no lo están, con quienes he pasado momentos inolvidables e irrepetibles.

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN.....	13
I. PROBLEMA	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	15
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	16
1.4.1. Objetivo General.....	16
1.4.2. Objetivos Específicos	16
1.4.3. Preguntas de Investigación	16
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	17
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	17
2.2. MARCO TEÓRICO	19
2.2.1 Microorganismos benéficos.....	19
2.2.2 Modo de acción de los microorganismos benéficos.....	19
2.2.3 Importancia de los microorganismos.....	19
2.2.4 Mecanismos de control biológico sobre fitopatógenos.	20
2.2.5 Producción de microorganismos de montaña para el desarrollo de una agricultura orgánica.	20
2.2.6 Descripción de la tecnología.....	21
2.2.7 Reducción de costos de producción con la implementación de microorganismos..	22
2.2.8 Cultivo de Mora Castilla (<i>Rubus glaucus</i> Benth).....	22
2.2.9 Necesidades del cultivo de mora	27
➤ Roya	28

➤	Mildeo polvoso.....	28
➤	Mildeo veloso (.....	28
➤	Agalla de la corona.....	28
➤	Pudrición de la raíz.....	29
➤	Pudrición de fruto.....	29
➤	Antracnosis.....	29
2.3.	Cosecha.....	29
2.3.1	Reconocimiento de madurez	29
2.3.2.	Forma de recolección.....	30
2.3.3.	Composición Nutricional.....	30
III.	METODOLOGÍA.....	31
3.1.	ENFOQUE METODOLÓGICO	31
3.1.1.	Enfoque.....	31
3.1.2.	Tipo de Investigación	31
3.2.	HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER	32
3.3.	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	33
3.4.	MÉTODOS UTILIZADOS	34
3.4.1	Elaboración de Microorganismos Eficientes Autóctonos (EMAs).	34
3.4.2	Reproducción de microorganismos de montaña (MM)	35
3.4.3	Ubicación del experimento	37
3.4.2	Análisis Estadístico.....	39
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1.	RESULTADOS.....	41
4.1.1	Análisis del rendimiento.....	41
4.1.2	Análisis del número de tallos productivos.....	45
4.1.3	Análisis de la severidad	48
4.2.	DISCUSIÓN	50

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
5.1. CONCLUSIONES	52
5.2. RECOMENDACIONES	53
IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
V. ANEXOS	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características de la planta de la mora.....	23
Figura 2. Sistema radicular de la mora.....	24
Figura 3. Sistema radicular de la mora.....	24
Figura 4. Flores.....	25
Figura 5. Fruto	26
Figura 6. Preparación del sustrato. Fuente: (Paniagua, 2008).....	36
Figura 7. Mapa de ubicación de la Parroquia Santa Martha de Cuba.	37
Figura 8. Santa Martha de Cuba- Chumban alto	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la mora.	23
Tabla 2. Condiciones climáticas aptas para el cultivo de mora.	27
Tabla 3. Propiedades nutricionales de la mora.	30
Tabla 4. Lugar de implantación del ensayo experimental.	38
Tabla 5. Esquema del ensayo implantado a campo abierto.	40
Tabla 6. Análisis de varianza de la producción por unidad experimental a los 30 días de iniciado el ensayo.	41
Tabla 7. Prueba de media para la producción a los 30 días de iniciado el ensayo.	41
Tabla 8. Análisis de varianza de la producción por unidad experimental a los 46 días de iniciado el ensayo.	42
Tabla 9. Prueba de media para la producción a los 46 días de iniciado el ensayo.	42
Tabla 10. Análisis de varianza de la producción por unidad experimental a los 61 días de iniciado el ensayo.	42
Tabla 11. Prueba de media para la producción a los 61 días de iniciado el ensayo.	43

Tabla 12. Análisis de varianza de la producción por unidad experimental a los 77 días de iniciado el ensayo.	43
Tabla 13. Prueba de media para la producción a los 77 días de iniciado el ensayo.	43
Tabla 14. Análisis de varianza de la producción por unidad experimental a los 92 días de iniciado el ensayo.	44
Tabla 15. Prueba de media para la producción a los 92 días de iniciado el ensayo.	44
Tabla 16. Análisis de varianza de la producción por unidad experimental a los 110 días de iniciado el ensayo.	44
Tabla 17. Prueba de media para la producción a los 92 días de iniciado el ensayo.	45
Tabla 18. Análisis de varianza de la producción de tallos por unidad experimental a los 30 días de iniciado el ensayo.....	45
Tabla 19. Prueba de medias en la producción de tallos para cada tratamiento a los 30 días de iniciado el ensayo.	45
Tabla 20. Análisis de varianza de la producción de tallos por unidad experimental a los 60 días de iniciado el ensayo.....	46
Tabla 21. Prueba de medias en la producción de tallos para cada tratamiento a los 60 días de iniciado el ensayo.	46
Tabla 22. Análisis de varianza de la producción de tallos por unidad experimental a los 91 días de iniciado el ensayo.....	46
Tabla 23. Prueba de medias en la producción de tallos para cada tratamiento a los 91 días de iniciado el ensayo.	47
Tabla 24. Resultados de la prueba de Dunnett's en la comparación de la producción de los tratamientos con el testigo químico	47
Tabla 25. Prueba de Dunnett's, comparación de tratamientos con el testigo químico en la producción de tallos.....	48
Tabla 26. Resultados de la prueba de Friedman para la severidad a los 30 días de iniciado el ensayo.	48
Tabla 27. Prueba de Friedman no paramétrica para la severidad, 1 a los 58 días de iniciado el ensayo.	49
Tabla 28. Prueba de Friedman no paramétrica para la severidad, a los 87 días de iniciado el ensayo.	49
Tabla 29. Prueba de Friedman no paramétrica para la severidad, a los 123 días de iniciado el ensayo.	50

Tabla 30. Prueba de Friedman no paramétrica para la severidad, a los 171 días de iniciado el ensayo.50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación 56
Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas 57
Anexo 3: Ensayo de experimentación en la Parroquia Santa Martha de Cuba-Cantón Tulcán.
..... 58

RESUMEN

Es necesario investigar nuevas alternativas a fin de mejorar las condiciones ambientales por las cuales nuestro planeta está atravesando a causa del excesivo uso de agroquímicos. La evaluación del estudio tuvo una duración de cuatro meses, en el que se evaluó el efecto de los microorganismos benéficos en el control de enfermedades como el Mildiu polvoso (*Oidium sp.*), al igual que el rendimiento en el cultivo de mora de castilla (*Rubus Glaucus Benth*) cultivado a campo abierto. El ensayo de experimentación fue a 3200 msnm, con temperatura promedio de 12,1 °C. Se realizó la captura de microorganismos benéficos en zonas montañosas del sector y se realizó la reproducción de los mismos, obteniendo 200 lt de EMAs y 60 Kg de microorganismos de montaña MM, por otro lado, se aplicó 1 kg de *Trichoderma harzianum* adquirido en casas comerciales. Para determinar el rendimiento y la severidad se procedió a la toma de datos cada 15 y 30 días respectivamente, el diseño experimental utilizado fue de bloques completamente al azar, con 6 repeticiones y cuatro tratamientos. No existió el control de enfermedades esperado porque el factor ambiente influyó en ello, de manera que la agresividad fue alta e inevitable, el tratamiento donde se aplicó MM fue el más afectado con rangos de severidad extremadamente altos (5). El rendimiento fue afectado, con plantas sin ninguna producción, por lo que existieron coeficientes de variación que superaban el 100%. De la investigación se puede concluir que los microorganismos benéficos no controlan enfermedades en condiciones climáticas muy variables, en cambio sí tienen un efecto positivo en la emergencia de nuevos brotes de tallos, por lo que se podría utilizar como regeneradores de suelo y para incrementar la absorción de agua y nutrientes.

ABSTRACT

It is necessary to investigate new alternatives in order to improve the environmental conditions that our planet is experiencing due to the excessive use of agrochemicals. This investigation lasted four months, in which the effect of beneficial microorganisms in the control of diseases such as mildew was evaluated, as well as the yield of blackberry (*Rubus Glaucus Benth*) cultivated in open field. The experiment was placed at 3200 m, with an average temperature of 12.1 °C. Beneficial microorganisms were captured in mountainous areas and their reproduction was carried out, obtaining 200 lt of EMAs and 60 Kg of MM Mountain Microorganisms, on the other hand, 1 kg of *Trichoderma harzianum* acquired in commercial houses was also applied. To determine yield and severity, data was collected every 15 and 30 days respectively, the experimental design used was completely randomized blocks, with 6 repetitions and four treatments. The expected disease control did not exist because the environmental factor influenced it, aggressiveness was high and unavoidable, the treatment where MM was applied was the most affected with extremely high severity ranges. Yield was affected, with plants without production; due to this, there were coefficients of variation that exceeded 100%. It can be concluded that beneficial microorganisms do not control diseases under highly variable climatic conditions, instead they do have a positive effect on the emergence of new shoots of stems, so it could be used as soil regenerators and to increase the absorption of water and nutrients.

INTRODUCCIÓN

En todo el planeta existen alrededor de 300 especies de mora, de las cuales aproximadamente 20 especies se reportan en el Ecuador y solamente dos especies se cultivan tales como: la mora de castilla y la de brazos (Villares *et. al*, 2016)

El género *Rubus* es el más importante de todo el reino vegetal, ya que es el que genera mayor sostenibilidad económica en el Ecuador, es importante mencionar que la provincia del Carchi no representa gran aportación porcentual en la producción de mora en el país, pero si está aumentando progresivamente la producción, ya que las condiciones climáticas y topografía de la zona son idóneas para el cultivo de mora de castilla (*Rubus Glaucus*) (Iza *et. al*, 2020)

La agricultura en la actualidad se enfrenta a varios factores adversos como cambios climáticos, aumento y resistencia de diferentes enfermedades que han generado grandes pérdidas económicas, es por esto que se ha buscado nuevas alternativas para controlar enfermedades sin afectar el medio ambiente.

Los microorganismos benéficos (EMAs, MM y Trichodermas) son biocontroladores fitopatógenos que se pueden aplicar a la mayoría de los cultivos, ayudando de esta manera a la absorción de nutrientes, parasitismo, estimulación en el crecimiento de la planta, activación de defensas y degradación de materia orgánica para posteriormente ser asimilada por la planta (Noboa, 2018).

Barrera *et. al* (2016) añaden que el cultivo de mora se encuentra distribuido en todo el callejón Interandino en las provincias de Bolívar, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y Carchi, siendo Bolívar la que contribuye con mayor aportación de la fruta, 34 209 t/año, equivalente al 39% de la producción nacional. La segunda provincia con la mayor producción nacional es Tungurahua con una aportación de 33%, hay que recalcar que esta provincia posee un rendimiento de 8 t/ha, superando a las demás provincias productoras.

Las cantidades reportadas de producción nacional no es suficiente para cubrir la demanda en el país, lo cual es suplida con la producción que tiene el vecino país de Colombia entre los sectores de Carchi y Nariño (Barrera *et al*, 2016).

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La alta incidencia de enfermedades tales como: *Colletotrichum*, *Botritis cinerea*, entre ellas especialmente *Oídio (sp)*, ocasionan la mayoría de la pérdida del cultivo de mora, principalmente pérdidas económicas considerables, toda esta problemática se ha desarrollado por los cambios climáticos bruscos que se han presentado en todo el planeta, ocasionando mayor humedad relativa en la zona y por consecuente mayor severidad de enfermedades en el cultivo de mora. (Iza *et. al*, 2020)

Por esta razón los agricultores han incrementado en gran magnitud el uso de agroquímicos para el control de estas enfermedades, algunos datos mencionan que la agricultura es la actividad que emplea más tipos de compuestos químicos, de los cuales se crean los plaguicidas, llegando a consumir el 85% de estos compuestos en la producción mundial, el principal objetivo es controlar las plagas que afectan el cultivo (Iza *et. al*, 2020).

Leiva (2011), también asegura que dichas enfermedades han adquirido resistencia con el pasar de los años en todo el mundo, convirtiéndose en las principales destructoras de grandes plantaciones del cultivo de mora, por lo que las pequeñas cuadras cultivadas por familias en el sector de Santa Martha de Cuba han sido afectadas, de ahí nació la necesidad de contrarrestar este problema con la utilización de alternativas de producción limpia, como microorganismos benéficos (Microorganismos de montaña, EMAs y Trichodermas).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Excesivo uso de agroquímicos en el cultivo de mora para el control de Mildiu polvoso (*Oidium. sp*).

1.3. JUSTIFICACIÓN

Las buenas prácticas agrícolas son un reto y una necesidad, el principal objetivo es cuidar el planeta y la salud de los humanos, para ello es necesario disminuir el uso de productos de síntesis química, promoviendo a una agricultura ecológica libre de agroquímicos, “... la agricultura limpia se considera una forma de producción agropecuaria que aplica procedimientos especiales que buscan proteger la naturaleza y sus especies” (MAG, 2020)

La aplicación de microorganismos benéficos es una buena alternativa para contrarrestar una serie de problemas críticos en el cultivo de mora, como son la incidencia y severidad de enfermedades, el incremento de costos de producción, y la contaminación ambiental.

Hay que hacer hincapié que existe siempre un equilibrio biológico de microorganismos, tanto patógenos como benéficos, en ambientes donde no se haya utilizado agroquímicos por lo menos tres años atrás, de los cuales se puede obtener provecho al implementarlos en los cultivos. Con el uso de microorganismos benéficos se puede reducir la incidencia y severidad de enfermedades, mejorar el vigor de la planta y al mismo tiempo disminuir el uso excesivo de agroquímicos y abonos inorgánicos. Con ello se promueve el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo, garantizando el uso de productos libres de contaminantes.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar microorganismos benéficos (EMAs, Microorganismos de Montaña y Tricodermas (*harzianum. sp*) en el control de enfermedades (*Oídium.sp*) e incremento de la producción en el cultivo de mora (*Rubus glaucus Benth*) en la parroquia Santa Martha de Cuba.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Comparar varios microorganismos benéficos en el control de enfermedades (*Oídium.sp*) en el cultivo de mora.
- Determinar el tratamiento que permita una mayor generación de tallos productivos.
- Evaluar el efecto de microorganismos benéficos en el rendimiento del cultivo de mora.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Será posible realizar la captura y reproducción de microorganismos benéficos provenientes de zonas montañosas de la parroquia Santa Martha de Cuba?
- ¿Será conveniente usar microorganismos benéficos en el control de enfermedades en el cultivo de mora?
- ¿Será conveniente usar microorganismos benéficos para incrementar el rendimiento del cultivo de mora?
- ¿Cuál de los tratamientos evaluados genera mayor cantidad de tallos productivos?
- ¿Cuál es el rendimiento del cultivo para cada tratamiento evaluado?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El planeta ha sido contaminado de manera desmesurada con la utilización de productos de síntesis química, por lo que en la actualidad se están reflejando de a poco los daños causados por la contaminación, especialmente de la biodiversidad, recursos naturales y los alimentos. La mayoría de los microorganismos los encontramos en ambientes poco intervenidos por el hombre, de tal forma que se les puede dar uso después de una adecuada captura y reproducción.

Chiriboga, Garcés y Gómez (2015), en su investigación titulada: “Trichoderma spp. para el control biológico de enfermedades” tienen como objetivo fortalecer las capacidades nacionales para controlar enfermedades mediante la formulación, producción y aplicación de un producto base, al cual se incorporan conidios de hongos del género *Trichoderma* spp. con efecto biológico letal contra hongos patógenos, que posibilita incrementar la productividad y la competitividad de la agricultura, así como la producción de alimentos básicos inocuos y de alta calidad nutricional, donde se logró disponer de un bio- fungicida a base de cepa nativa de *Trichoderma* spp. colectado en diferentes ambientes, que contó con buena agresividad, para el control de enfermedades y posibilitar la producción de alimentos más sanos y de mayor calidad.

Por otro lado, Quinatoa (2015), en la comunidad de Misquillí de la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua, tiene como objetivo de investigación contribuir al desarrollo de tecnología limpia para el control de *Botrytis* (*Botrytis cinérea*) en el cultivo de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth), con la aplicación de *Trichoderma* (Biofungo). Determinó que cuando los tratamientos lo recibieron, reportaron los más bajos porcentajes de incidencia y severidad del ataque de *Botrytis* y menor porcentaje de incidencia en infrutescencias a los 60 días (5,11%), menor porcentaje de severidad en infrutescencias a los 60 días (4,75%) y a los 90 días (3,33%), por lo que se alcanzaron los mejores rendimientos (5,25 t/ha).

En cuanto a dosis de *Trichoderma*, con la aplicación de la dosis de 1,5 g/l obtuvieron los mejores resultados, obteniendo el menor porcentaje de incidencia de *Mildiu polvoso*, en infrutescencias a los 60 días (4,00%) y a los 90 días (2,00%), como también menor porcentaje de severidad en infrutescencias a los 60 días (4,08%) y a los 90 días (2,42%), por lo que se alcanzaron los mayores rendimientos (5,70 t/ha).

La aplicación de EMAs (Tricomplex), en dosis de 1,5 cc/l, se destacó con buenos resultados, causando el mejor control de *Botrytis*, reduciendo la incidencia y severidad en los frutos, por lo que, al encontrar mejores condiciones de desarrollo, estos fueron de mejor calidad, obteniéndose el mejor rendimiento (4,93 t/ha). Del análisis económico, concluye que el tratamiento Trichoderma, Biofungo, con dosis 1,0 g/l, alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,38, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

El objetivo de la investigación de Umaña, Rodríguez y Rojas (2017), fue conocer si realmente los microorganismos funcionan en el control de enfermedades con un enfoque ingenieryl en biosistemas. Para ello realizó un diseño en el cual los cultivos escogidos fueron irrigados de forma diferencial con tres tratamientos de un biol elaborado con tres tiempos diferentes de retención en un biorreactor. Estos tratamientos fueron comparados con un control que fue irrigado únicamente con agua. Tras la cosecha, se llevó a cabo una serie de pruebas biológicas, químicas, físico-estructurales y agronómicas con el suelo y con las plantas cultivadas para determinar diferencias potenciales en el efecto de los tratamientos experimentales.

Los resultados indicaron que un tiempo de retención en biorreactor cercano a dos semanas fue el que generó un biol con un impacto positivo significativo a nivel de actividad biológica, propiedades químicas del suelo y calidad de los cultivos. Estas diferencias significativas parecen estar relacionadas con una dinámica más activa del sistema edáfico correspondiente al mismo tratamiento. Lo anterior demuestra que la biofertilización con microorganismos de montaña funciona, pero sugiere que una serie de parámetros ingenieriles deben ser estudiados para optimizar esta estrategia de fertilización de bajo costo y ambientalmente sostenible.

En una investigación realizada en la Universidad de las Américas (UDLA) por Noboa (2018) titulada “Evaluación de *Trichoderma* spp. en el rendimiento y calidad del fruto de mora de castilla (*Rubus Glaucus* Benth) en dos ambientes de nono” con el objetivo de evaluar *Trichoderma* spp. en el rendimiento y calidad de la mora de castilla en dos ambientes de la Granja Experimental de nono, probó la aplicación de *Trichoderma* sp en el cultivo de mora, en donde aplicó el producto Trichoeb. Este tuvo un efecto positivo sobre las plantas de mora ya que mejoró sus características fisicoquímicas, su vigor y reducción de plagas (Noboa, 2018).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1 Microorganismos benéficos

Son microorganismos en su mayoría seres unicelulares como, por ejemplo: bacterias, hongos, levaduras, algas microscópicas y protozoos. Estos microorganismos ayudan en la descomposición de la materia orgánica y también combaten microorganismos patógenos.

2.2.2 Modo de acción de los microorganismos benéficos.

Los microorganismos benéficos capturados en zonas montañosas poseen características beneficiosas en cuanto a mejoramiento de los distintos cultivos, Morocho y Leiva en 2019 mencionan que:

Existe una amplia gama de interrelaciones entre especies de microorganismos en los ecosistemas, tales como sinérgicas, antagónicas, de competencia física y bioquímica, moduladas por múltiples y complejos factores bióticos y abióticos. En la rizosfera, uno de los principales sitios donde se presentan microorganismos, específicamente funcionales, como fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfatos, promotores del crecimiento vegetal, bio controladores y especies patogénicas, normalmente, compiten por espacio y por nutrientes.

Para la agricultura orgánica son indispensables porque estos microorganismos quebrantan en la interacción suelo-planta-microorganismos-ambiente y repercuten, de forma inmediata, en el crecimiento y en el desarrollo de las especies vegetales.

2.2.3 Importancia de los microorganismos

En la actualidad las enfermedades se han ido incrementando y de igual forma la severidad con la que atacan a los cultivos, (INTAGRI, 2018) menciona que:

...las enfermedades infecciosas que atacan a los cultivos son causadas por: hongos, bacterias, virus y viroides, fitoplasmas, protozoarios y nematodos. Estos microorganismos tienen diferentes efectos sobre las plantas, tales como la reducción del rendimiento y calidad, el incremento en los costos de producción, la predisposición a factores ambientales, entre otros. Entre los patógenos más importantes presentes en

el suelo y que atacan a los cultivos destacan los hongos: *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Verticillium* y *Sclerotium*; y nematodos como *Meloidogyne*.

Estos microorganismos han ido generando gran importancia en los últimos años especialmente cuando se habla de promulgar una agricultura orgánica, su utilización ha sido indispensable para el control de algunas enfermedades que han causado grandes pérdidas en diferentes cultivos.

2.2.4 Mecanismos de control biológico sobre fitopatógenos.

Los mecanismos por los cuales actúan los microorganismos benéficos presentes en el suelo para el control de patógenos de las plantas, según INTAGRI (2018) incluyen principalmente la antibiosis, parasitismo, sideróforos, y resistencia sistémica inducida.

2.2.4.1 Antibiosis: Este mecanismo consiste en que la bacteria coloniza las raíces en crecimiento y libera moléculas antibióticas alrededor de la raíz, perjudicando así los patógenos próximos al órgano.

2.2.4.2 Competencia: Es de los mecanismos más conocidos, donde los microorganismos de control biológico actúan compitiendo por los nutrientes y espacio disponible alrededor de la raíz.

2.2.4.3 Sideróforos: la producción de estos metabolitos permite a los microorganismos considerados como agentes de control biológico competir contra los patógenos, especialmente porque los compuestos secretados quelatan la mayor parte de hierro (Fe^{3+}), disminuyendo su disponibilidad para otros microorganismos.

2.2.4.4 Resistencia sistémica inducida (ISR): Muchos productos bacterianos inducen el sistema de señalización, lo cual puede resultar en la protección de toda la planta contra las enfermedades causadas por organismos diferentes.

2.2.5 Producción de microorganismos de montaña para el desarrollo de una agricultura orgánica.

La producción de microorganismos es uno de los procesos más importantes en la actual agricultura orgánica, el cual se está implementando en algunos países, quizá estas técnicas de producción para el manejo del cultivo brindan mejor rentabilidad, menor contaminación y

mejoramiento en la estructura del suelo, principalmente estos microorganismos los podemos extraer de la montaña específicamente de la hojarasca en donde encontramos una gran variedad de hongos y bacterias benéficas, después de la recolección se le da los debidos procesos para obtener un producto ya sea liquido o sólido. Los microorganismos de montaña contienen un promedio de 80 especies de microorganismos de unos 10 géneros, que pertenecen básicamente a cuatro grupos, por ejemplo, de acuerdo a (Rodríguez y Tafur , s/f):

2.2.5.1 Bacterias fotosintéticas

Utilizan la energía solar en forma de luz y calor, y sustancias producidas por las raíces, para sintetizar vitaminas y nutrientes. Cuando se establecen en el suelo, producen también un aumento en las poblaciones de otros microorganismos eficaces, como los fijadores de nitrógeno, los actinomicetos y las micorrizas.

2.2.5.2 Actinomicetos

Son hongos benéficos que controlan hongos y bacterias patógenas (causantes de enfermedades), y que dan a las plantas mayor resistencia frente a estos a través del contacto con patógenos debilitados.

2.2.5.3 Bacterias productoras de ácido láctico

El ácido láctico posee la propiedad de controlar la población de algunos microorganismos, como el hongo *Fusarium*. Además, mediante la fermentación de materia orgánica, elaboran nutrientes para las plantas.

2.2.5.4 Levaduras

Son bacterias que utilizan sustancias que producen las raíces de las plantas y otros materiales orgánicos, para sintetizar vitaminas y activar otros microorganismos del suelo.

2.2.6 Descripción de la tecnología

La técnica de activación de los microorganismos de montaña (MM) se realiza posterior a tener la base sólida o líquida de los MM, los cuales ya deben contar con un mínimo de 30 días en la fase de reproducción anaeróbica (sin presencia de oxígeno), en barriles o toneles plásticos. Los microorganismos de montaña activados (MMA) son una mezcla de bacterias, hongos, levaduras y otros microorganismos benéficos. Los MMA ya están listos para incorporarse en el suelo, en

los abonos orgánicos y como una solución que controla o suprime plagas y enfermedades en los diferentes cultivos. Las levaduras que prevalecen luego de 14 días de activados los MM son las que se utilizan para la elaboración de abono orgánico fermentado (Rodríguez y Tafur , s/f).

2.2.7 Reducción de costos de producción con la implementación de microorganismos

El uso de microorganismos eficientes disminuirá el costo de producción de todo el cultivo, por ejemplo; en el bajo uso de agroquímicos y disminución de fertilización química, estos dos factores son los que dan mayor incremento en el costo de producción. Los microorganismos benéficos no solamente se los puede utilizar en el cultivo de mora, sino en cualquier otro es recomendable utilizarlos por la cantidad de beneficios que los microorganismos traerían (Orbe, Tercero, León y Garcia , 2017).

2.2.8 Cultivo de Mora Castilla (*Rubus glaucus* Benth)

Según Montalvo (2010), la mora es una fruta muy apetecida tanto en el mercado nacional como internacional, rica en vitaminas y minerales, tiene un gran futuro como producto de exportación en forma congelada y fresca, una vez que los productores puedan superar los problemas de transporte, ya que por su alta perecibilidad, requiere de especiales cuidados en cosecha y transporte. Montalvo explica que se conocen numerosas especies de moras o zarzamoras en las zonas altas de América Tropical, principalmente en Ecuador, Colombia, Panamá, los países de Centroamérica y México.

Los géneros *Rubus* y *Rosa*, pertenecientes a las Rosáceas, son muy semejantes; de allí que la planta de la mora se asemeja bastante a las plantas de rosas silvestres o guiadoras con espinas y hojas compuestas de tres a cinco hojuelas. La diferencia entre estos géneros está en el fruto, ya que las moras tienen la apariencia de una fresa oblonga o de dedal y su color es negro, rojo y púrpura cuando está madura, se considera que las zonas óptimas para el cultivo de mora en el Ecuador se encuentran en los valles del Callejón Interandino, principalmente en la provincia de Tungurahua y Pichincha, sin embargo, ha cobrado importancia la producción en provincias como Carchi e Imbabura. La planta de mora comienza a fructificar a los ocho meses después del trasplante dependiendo del manejo y cuidado de la plantación, la planta presenta un período de 10 o más años de producción, la misma que aumenta a medida que crece y avanza en edad el cultivo (Montalvo, 2010).

2.2.8.1 Clasificación botánica de la mora

La clasificación botánica se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Taxonomía de la mora.

Reino	Vegetal
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Rosae
Familia	Rosaceae
Genero	Rubus

Fuente: (Montalvo, 2010)

Cuenta con gran cantidad de especies entre las que se destaca *Glaucus*. Se considera que existen más de 250 especies relativamente importantes según su aceptación comercial en los diferentes países, y un gran número de variedades (Montalvo, 2010).

2.2.8.2 Caracteres Botánicos

Montalvo (2010), manifiesta que la mora pertenece a la familia Rosácea y al género *Rubus*. Este género se ha extendido en las partes altas de las zonas tropicales, existen muchas especies y algunas de las cuales aún no se han caracterizado, la planta de mora es arbustiva y perenne de porte erecto a semi erecto, tal como se observa en la figura 1.



Figura 1. Características de la planta de la mora

Montalvo (2010) describe a la planta de la mora tomando en cuenta las siguientes características:

a) Las Raíces: En la base de la planta está la corona que origina gran número de tallos, también las raíces superficiales, que sirven de anclaje a la planta estas raíces crecen horizontalmente y alcanzan una profundidad entre 30-50 cm, dependiendo de: Tipo de suelo (arcilloso, arenoso, limoso), disponibilidad de nutrientes, humedad disponible, temperatura del suelo. Las raíces o tallos subterráneos presentan varias yemas que favorecen la reproducción asexual o vegetativa, tal como se observa en la figura 2.



Figura 2. Sistema radicular de la mora.

b) Los Tallos: Todos los tipos de mora criolla tienen espinas estilo anzuelo, excepto un tipo de mora "vino" que tiene espinas muy delgadas, flexibles y no punzan, los tallos son bianuales crecen durante el primer año, durante el segundo florecen y producen. Por lo general las moras criollas se comportan erectas durante la etapa de crecimiento, conforme crecen se arquean y llegan al suelo, donde desarrollan raíces en los entrenudos y ápices o puntas (Montalvo, 2010).

En los tipos de mora criolla, el grosor varía según el tipo de planta además los tallos primarios o principales desarrollan tallos secundarios y estos a su vez los terciarios, donde se concentra la mayor parte de las inflorescencias. Los pecíolos que sostienen el racimo floral (inflorescencia) también son espinosos, en la base de la planta se desarrolla la corona, de donde se extienden las raíces y emergen los tallos primarios.

c) Las hojas: Tanto las especies de mora criolla como las híbridas, poseen hojas trifoliadas o Pentafoliadas con el margen aserrado, su ubicación en los tallos es alterna, la longitud va de 4 a 8 centímetros, parte de esto las hojas también tienen espinas en el envés, a lo largo de la vena central, el color y tamaño varía de acuerdo con el tipo de mora.

d) La Flor: Se desarrolla tanto en racimos terminales como laterales, contiene cinco pétalos de color blanco a violeta o rosado, dependiendo del tipo de mora, además son hermafroditas y actinomorfas de varios estambres y pistilos. La flor de la mora tipo castillo es parcialmente auto estéril, lo que origina que muchos botones florales no den frutos o son malformados, por ser de polinización cruzada entomófila, preferiblemente la mora necesita de agentes polinizadores, como: el chiquisá (*Trigonas sp.*) y la abeja melífera (*Apis mellifera, L*), que se consideran los mejores (Montalvo, 2010).

Una planta sin manejo de podas, por lo general, posee a la vez inflorescencias terminales y axilares, pero prevalecen las terminales, es difícil encontrar flores solitarias. Las flores están compuestas por el tálamo que es más o menos elevado en sus bordes alrededor del gineceo, formando un recipiente a modo de taza o copa que lleva inserto en lo alto los sépalos, pétalos y estambres. Las flores se reproducen en racimos terminales, son de color blanco, los carpelos se desarrollan en pequeñas drupas el mesocarpio suministra la parte comestible y succulenta, mientras que el endocarpio forma las pepitas que contienen la semilla, tal como se muestra en la figura 3. La formación del botón floral depende de las condiciones ambientales que favorecen la fructificación durante casi todo el año (Montalvo, 2010).



Figura 3. Flores

e) El Fruto: Es un tipo agregado, que está formado por la unión de varios, cada bolita que se puede distinguir en un fruto de mora, se llama drupa, contiene su semilla y se une a un eje común. En la inflorescencia de la mora, se han contado hasta 90 frutos, la variación en sabor, acidez y azúcares, también depende de la variedad de mora cultivada. Los frutos son de forma

redonda o elipsoidal, de color rojo, cada fruto posee una gran cantidad de semillas diminutas, una planta bien desarrollada puede alcanzar una producción de hasta 3600 frutos, plantas en producción de mora podemos observar en la figura 4 (Montalvo, 2010).



Figura 4. Frutos

2.2.8.3 Importancia económica

Según lo expuesto por Auquillas (2019); “Se estima que la producción mundial de moras es del alrededor de 155,000TM, Estados Unidos es el principal productor mundial y su producción interna, aproximadamente es de 65,000TM, es del 42% del total mundial.” La oferta de esta fruta en el mercado nacional está determinada de acuerdo a diferentes temporadas, tiene sus altos en invierno por las condiciones favorables que ayudan a su crecimiento (agua), pero se debe tomar en cuenta que la abundancia de agua en esta estación es dañina para que produzca, la mora es una fruta que se puede cosechar todo el año esto depende de la técnica de cultivo que se emplee y de las estrategias de regadío, poda, control de malezas. Según datos estadísticos este producto no solo es comercializado a nivel nacional sino también se lo está exportando en pequeñas cantidades a algunos países en su estado natural o en pulpa, su aceptación es muy exigente entre nuestros consumidores por su sabor, versatilidad y por sus diferentes aplicaciones, por lo tanto, la demanda de este producto crece de manera empinada no solo por los beneficios que brinda sino también por su sabor.

2.2.9 Necesidades del cultivo de mora

2.2.9.1 Suelo

La mora se desarrolla mejor en suelos franco arcillosos, de modo que permita una adecuada reserva de agua y el exceso sea evacuado fácilmente, con alto contenido de materia orgánica ricos en fósforo y potasio, deben presentar buen drenaje tanto interno como externo, ya que es una planta altamente susceptible al encharcamiento. Prefiere suelos con pH de 5,2 a 6,7 siendo 5,7 el óptimo (Montalvo, 2010).

2.2.9.2 Condiciones climáticas

Es importante conocer que, para un mejor desarrollo del cultivo, la humedad relativa debe oscilar entre el 70 y 80 %, con temperaturas entre 11°C y 18 °C, siendo 13 °C óptimo. La altitud ideal varía entre 1000-3600 m.s.n.m teniendo en cuenta que las mejores producciones se obtienen entre 1800-2400 m.s.n.m. Las precipitaciones (lluvias) aptas para el cultivo de la mora van de 1500-2500 mm y en cuanto a luz solar, el cultivo requiere de 1200 a 1600 horas brillo solar al año (Rodríguez y Villegas , 2016).

Tabla 2. Condiciones climáticas aptas para el cultivo de mora.

Altitud	1000-3600; Óptimas: 1800-2400 m.s.n.m
Temperaturas	11°C-18°C; Óptima: 13°C
Humedad relativa	70%- 80%
Vientos	Requiere zonas libres de vientos fuertes
Luminosidad	Las óptimas varían de 3 a 4 horas por día.
Precipitación	Las lluvias no deben sobrepasar los 1500 y 2500mm anuales.

Fuente: Rodríguez y Villegas (2016)

2.2.9.3 Utilización de la mora

La mora es una buena fuente de vitaminas, minerales y fibra, se ha comprobado que los extractos de esta fruta son ricos en polifenoles como antocianinas, otros flavonoides y ácidos fenólicos. Son de gran importancia tanto en la industria alimentaria como en la nutrición humana, siendo considerados como potenciales reemplazos de colorantes sintéticos, estos

compuestos, además, poseen actividad antioxidante, y desempeñan un papel importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes, entre otros.

Estudios recientes han encontrado que los extractos de antocianinas provenientes de varias especies de mora podrían ejercer actividades anti cancerígenas in vitro, reducir la inflamación, y también modular la respuesta inmune solo una pequeña cantidad de frutas y vegetales es consumida de forma fresca, mientras que la mayoría debe ser procesada por aspectos de inocuidad, calidad y por razones económicas (Auquillas, 2019).

2.2.9.4 Enfermedades del cultivo

- Roya (*Gymnocoria spp*, *Mainsia spp*)

Síntomas: Manchas moradas del haz, pústulas de color anaranjado sobre las hojas Manejo: Todas las plantas afectadas deben ser retiradas del huerto. Posteriormente, se deben aplicar fungicidas a base de cobre (Cárdenas, 2013)

- Mildeo polvoso (*Oidium sp*)

Síntomas: El hongo se puede observar por el envés de la hoja. En el haz se notan zonas cloróticas amarillas; también se presentan arrugamientos y hojas deformes. Cuando los ataques son fuertes, se notan deformaciones en el fruto. Manejo: Podas, el control químico no es efectivo, pero se puede utilizar fungicidas sistemáticos y sulfurados (Cárdenas, 2013).

- Mildeo veloso (*Peronospora sp*)

Síntomas: El daño es más severo que el Oídium, presencia de cuarteamientos en el tallo y hojas con ampollas blanquecinas, los frutos se decoloran y deforman. Manejo: Puede manejarse satisfactoriamente la enfermedad mediante podas, destrucción de las partes retiradas, así como manejando la aireación interna de la planta. Los productos químicos más utilizados son aquellos cuyos ingredientes activos son *metalaxil* y *mancozeb* (Cárdenas, 2013).

- Agalla de la corona (*Agrobacterium tumefaciens*)

Síntomas: Esta bacteria se manifiesta por la producción de agallas y tumores bastante pronunciados en los tallos cerca del cuello. Manejo: Las plantas afectadas deben ser retiradas del cultivo y desinfección del suelo (Cárdenas, 2013).

➤ Pudrición de la raíz (*rosellinia sp*)

Síntomas: Este patógeno pudre la raíz, ocasionando marchitamiento general en toda la planta.

Manejo: La planta que se encuentre afectada, debe eliminarse y desinfectar posteriormente el sitio con formol y/o algunos fungicidas tales como el *benomil* (Cárdenas, 2013).

➤ Pudrición de fruto (*Botrytis cinerea*)

Síntomas: Los primeros síntomas de este patógeno, después de un verano, son esclerocios limpios y ventilados. Superficiales sobre los tallos, que germinan y se cubren de masas de conidias. Luego aparecen los síntomas básicos que son quemazones en las inflorescencias, pudrición del fruto y cánceres en el tronco. Las infecciones en el fruto siempre se desarrollan hacia el pedúnculo. Manejo: Recolección y quema del material enfermo. El Boro ayuda al control de este patógeno, podas de formación, control químico con benzoato de sodio, fungicidas a base de procimidona entre otros (Cárdenas, 2013).

➤ Antracnosis (*Glomerella singulata*; *Colletotrichum spp*)

Síntomas: Muerte progresiva en ramas y tallos, pequeñas manchas de color negro en los tallos, en las hojas manchas pardas rodeadas de un aro purpura. Manejo: Poda y quema de las partes afectadas, buena aireación bajando así la humedad relativa, control químico con fungicidas cúpricos (Cárdenas, 2013).

2.3. Cosecha

2.3.1 Reconocimiento de madurez

La cosecha se inicia después de los ocho meses de haber sido plantada, la fruta se debe recoger cuando tiene un color vino tinto brillante. Si se recoleta en estado verde no alcanza las características de color, sabor y se reduce notablemente el rendimiento por no alcanzar el peso real de la fruta en óptimo estado de cosecha. Por el contrario, si la fruta se recoge demasiado madura, la vida útil en la poscosecha será extremadamente corta (dos días como máximo en condiciones ambientales). Para conocer adecuadamente el color en que se debe cosechar la fruta, CENICAFE, ha desarrollado un interesante trabajo, en el cual presenta una tabla de colores, con la que se debe hacer la comparación respectiva en campo para definir el punto de cosecha. Además, incluye las condiciones de calidad que debe cumplir el producto para ser llevado al mercado (Quinatoa, 2015).

2.3.2. Forma de recolección

Debido al continuo desarrollo de frutos, la maduración no es uniforme, por lo cual se requiere por lo menos realizar entre dos y tres pases por semana para obtener frutos con adecuada maduración. La recolección debe hacerse en las primeras horas del día, una vez el rocío de la mañana haya desaparecido ya que si se recolecta la fruta húmeda se favorece la fermentación de la misma. Se deben recolectar frutos de consistencia dura, firmes, de color vino tinto, sanas, enteras y con pedúnculo. Es importante tener en cuenta la higiene de las personas que cosechan y manipulan la fruta para evitar la contaminación de los mismos.

La fruta se debe recoger en recipientes no muy profundos para evitar el sobrepeso en las primeras capas. Se debe realizar preferiblemente en el mismo recipiente en que se va a transportar para evitar excesivo manipuleo. La fruta debe ser acopiada en el cultivo en lugares frescos, ventilados que le proporcionen frescura a la fruta mientras es transportada a los centros de consumo. Para el mercado en fresco, las frutas deben estar sanas, enteras y con pedúnculo. Debido a la presencia de espinas en la planta, para un trabajo más cómodo, es necesario dotar de guantes de tela o cabritilla a los recolectores, para permitir la movilidad normal de la mano (Quinatoa, 2015).

2.3.3. Composición Nutricional

Las propiedades nutricionales se dan en la Tabla 3.

Tabla 3. Propiedades nutricionales de la mora.

FACTOR NUTRICIONAL	CANTIDAD	MEDIDA
Ácido ascórbico	8	Mg
Agua	92,8	G
Calcio	42	Mg
Calorías	23	kcal
Carbohidratos	5,6	G
Cenizas	0,4	G
Fibra	0,5	G
Fosforo	10	Mg
Grasa	0,1	G
Hierro	1,7	Mg
Niacina	0,3	Mg
Proteínas	0,6	G
Riboflavina	0,05	Mg
Tiamina	0,02	Mg
Provitamina A	29	Mg
Acido málico	0,90	Mg

Fuente: Villarreal, 2014

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, esto se debe a que se recolectaron datos que fueron medidos y procesados estadísticamente para la prueba de hipótesis.

3.1.2. Tipo de Investigación

➤ Bibliográfica-documental

La investigación documental, se caracteriza por la utilización de documentos; recolecta, selecciona, analiza y presenta resultados coherentes; porque utiliza los procedimientos lógicos y mentales de toda investigación; análisis, síntesis, deducción, inducción, entre otras.

➤ Explicativa

El calentamiento global ha causado el incremento de enfermedades en todos los cultivos del planeta y uno de estos es el cultivo de mora, en donde datos investigados mencionan que estas enfermedades pueden terminar con el cultivo, por esta razón se implementó nuevas alternativas de control de enfermedades de forma que no se requiera utilizar productos convencionales que sean causantes de enfermedades cancerígenas en los seres humanos.

➤ Experimental

Se realizó en campo abierto en la parroquia Santa Martha de Cuba el cual tuvo cuatro tratamientos, tratamiento 1: EMAs-líquido, tratamiento 2: Microorganismos de Montaña-sólido, tratamiento 3: Trichodermas y tratamiento 4: Testigo químico, con seis repeticiones en un diseño en bloques completamente al azar.

3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

H1: La aplicación de microorganismos benéficos (EMAs, Microorganismos de Montaña y Trichodermas) ayudará en el control de enfermedades e incrementará la producción del cultivo de mora.

H0: La aplicación de microorganismos benéficos (EMAs, Microorganismos de Montaña y Trichodermas) no ayudará en el control de enfermedades ni incrementará la producción del cultivo de mora.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Hipótesis	Tipo de variable	Nombre	Concepto	Indicador	Índice
La aplicación de microorganismos benéficos (EMAs, Microorganismos de Montaña y Trichodermas) ayuda en el control de enfermedades e incrementa la producción del cultivo de mora.	Independiente	Microorganismos benéficos: EMAs, MM, TRICHODERMAS y TESTIGO QUÍMICO aplicados en el cultivo de mora.	Los microorganismos del suelo, son los componentes más importantes de este. Constituyen su parte viva y son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo.	-3 lt de solución madre (EMAs) por 200lt de agua. -8 kg de MM en 200lt de agua -1gr de Trichoderma sp. por cada litro de agua. -250 gr de Fosetyl-Aluminio por cada 200 litros de agua.	Aplicación de tratamientos cada 12 días.
	Dependiente	Incidencia, severidad y número de tallos.	Disminución considerable del patógeno con la aplicación de microorganismos antagonistas.	La incidencia es el conteo de las plantas enfermas, expresadas en forma porcentual. La severidad es el grado de afectación por el patógeno. El número de tallos se contaron en las plantas que constituyeron la unidad experimental.	Toma de datos cada 30 días.
		Rendimiento en el cultivo	Es la relación de la producción total de un cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizado.	Pesado del producto en gramos por planta, expresado en ton/Ha	Toma de datos cada 15 días en la cosecha.

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1 Elaboración de Microorganismos Eficientes Autóctonos (EMAs).

3.4.1.1 Elaboración del capturador de microorganismos

Se colocaron 4 onzas de arroz cocinado con sal, 2 cucharadas de melaza y 2 cucharadas de harina de pescado, se tapó la boca del tarro con un pedazo de tela nylon y se aseguró bien, (se recomienda preparar entre 20 a 50 capturadores a fin de asegurar una elevada diversidad micro orgánica), el sitio donde se realizó la captura fue en las zonas montañosas de Santa Martha de Cuba ya que es una zona no intervenida por la mano del hombre. Se procedió a enterrar las tarrinas en las áreas elegidas, dejando el borde de las mismas a 10 centímetros de profundidad, se colocó materia orgánica en proceso de descomposición recogida en los sectores circundantes, sobre el nylon que tapa la boca del tarro, se identificó el sitio donde se dejó las tarrinas (Molina, 2012).

3.4.1.2 Cosecha de microorganismos

Después de dos semanas se desenterraron las tarrinas y se sacó el arroz el cual estaba impregnado de Microorganismos (EMAs), se mezcló en un balde el arroz de todas las tarrinas cosechadas (Molina, 2012).

3.4.1.3 Obtención de la solución madre

Se colocaron nueve litros de agua limpia cocinada pero fresca a la cosecha de arroz con microorganismos, se agrega 3 litros de melaza y se procede a batir la mezcla por el espacio de 5 a 10 minutos, se filtró la mezcla para eliminar la parte gruesa de la mezcla (se obtuvo 10 litros de Solución madre de EMAs) (Molina, 2012).

3.4.1.4 Propagación de EMAs

Se mezcló en el tanque de plástico, los materiales: 10 litros de solución madre de microorganismos (EMAs), 4 litros de leche, 4 litros de melaza, 4 litros de yogurt simple, 2 kilos de torta de soya ,agua limpia, fresca y sin clorar, hasta 15 centímetros antes del borde del tanque, se procedió a cerrar el tanque y se dejó fermentar entre 20 a 30 días, se abrió la tapa del tanque periódicamente para facilitar el escape de gas de la fermentación (Molina, 2012).

3.4.2 Reproducción de microorganismos de montaña (MM)

3.4.2.1 Procedimiento

Paniagua (2008) recomienda lo siguiente:

- Buscar un bosque natural con zonas protegidas del sol, con cierta humedad y donde no haya habido intervención del hombre durante años.
- Sacar la primera capa de hojas y materiales caídos de los árboles (2cm), que todavía no empezó su descomposición y recolectar la segunda capa que contiene muchos microorganismos. De las muestras que escogerán, es mejor descartar las que contengan cepas de color oscuro.

Los microorganismos se conservan en una fase sólida y se utilizan en una fase líquida a lo largo de las necesidades del cultivo (Paniagua, 2008). Para la fase sólida se necesita:

- Un inóculo de microorganismos,
- Un carbohidrato como sustrato y energía,
- Azúcar como energía.
- Un inóculo de MM sólidos
- Agua limpia (sin cloro) (Paniagua, 2008).

En un suelo degradado debido al abuso de agroquímicos, la actividad de los microorganismos es casi ausente mientras que, en un suelo fértil, la fauna y la flora microbiana presentes son las encargadas de regular los procesos de intercambio entre el suelo y las plantas. Las bondades de los microorganismos pueden ser aprovechadas, bajo el enfoque de la agricultura ecológica, para dinamizar el proceso de transición de los suelos degradados hasta conseguir la restauración del equilibrio biológico del suelo (Paniagua, 2008).

Insumos:

- Un bidón o cilindro de 200 litros con tapa hermética
- Sustrato de montaña (2 sacos)
- Quinoa 45 kg (1 saco)
- Melaza o azúcar (1 galón)
- Agua de lluvia (dependerá de la humedad final)
- En un piso limpio (de cemento o plástico) mezclar bien la tierra de bosque con microorganismos de montaña y la harina que se utiliza como sustrato.

- Mojar la mezcla con el agua de melaza o azucarada removiendo constantemente hasta que la mezcla llegue al punto de la prueba del puño (ni muy aguado ni tampoco debe desmoronarse) (Paniagua, 2008).



Figura 2. Preparación del sustrato.

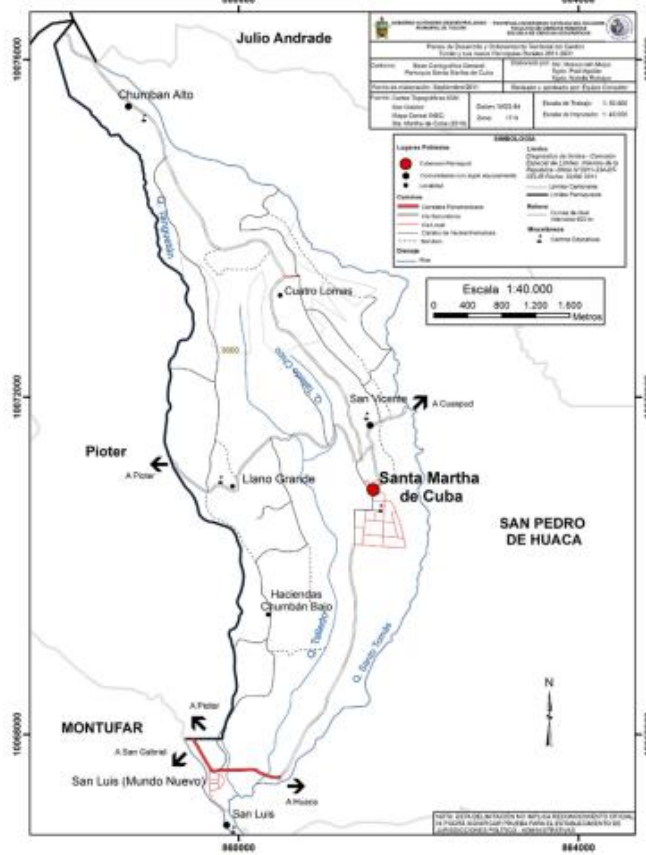
3.4.2.3 PASOS POR SEGUIR:

- Se colocó la mezcla preparada en el recipiente (balde o bidón) apisonando bien hasta llenarlo. La finalidad de apisonar la mezcla es sacar todo el aire del recipiente, pues de esa manera se crean las condiciones para la reproducción de los MM (reproducción anaeróbica).
- Se cerró herméticamente y dejar fermentar bajo sombra. Después de 30 a 35 días, se puede activar en fase líquida. Los microorganismos en fase sólida pueden mantenerse durante más de un año en estas condiciones (Paniagua, 2008).

3.4.2.4 Aplicación del MM líquido en el campo:

Aplicar semanalmente el MM líquido al suelo o en forma foliar como controlador de enfermedades y plagas y para activar los procesos de transformación del suelo. Aplicar con regadera o bomba de mochila limpia, a razón de un litro de MM líquido por 20 litros (se puede aplicar mayores dosis en función de sus pruebas). No es recomendable incorporar MM líquido a la parcela con fuerte insolación, porque los microorganismos son sensibles a altas temperaturas. Se usa también MM líquido para la elaboración de bocashi, M5, biofertilizante y todo tipo de abonos orgánicos (Paniagua, 2008).

3.4.3 Ubicación del experimento



Fuente: PDOT 2011 -2031

Figura 3. Mapa de ubicación de la Parroquia Santa Martha de Cuba.

Fuente: (PDOT-SMDC) .

Lugar de experimentación está localizado en la República del Ecuador, Provincia-Carchi, Cantón-Tulcán, Parroquia Santa Martha de Cuba, está se encuentra al sur del Cantón Tulcán, entre los 2700 y 3200 msnm (PDOT-SMDC) .

Condiciones del suelo

Suelos Andisoles (Distrandepts)

Son suelos jóvenes caracterizados por desarrollarse en zonas húmedas, con presencia de productos amorfos y con cobertura continua de ceniza volcánica. Son andisoles desaturados típicos de color negro con temperaturas de $<13^{\circ}\text{C}$ y con materia orgánica de textura franco-arenosa a franca. Se localizan en las zonas de Chumban alto y Cuatro Lomas, en la figura se puede observar la ubicación (PDOT-SMDC).

Estado fenológico del cultivo

El cultivo tuvo un año de vida en el momento que se instaló el experimento, el ensayo de experimentación fue sometido a limpieza de arvenses, podas de formación y de fructificación. También se realizó la fertilización química a todas las plantas. Esta fertilización edáfica base se realizó 30 días antes del inicio de aplicación de tratamientos, implementando abonos de fórmula 10-30-10, 15-15-15 y 60-0-0, por cada planta se aplicó 100 gramos del fertilizante premezclado.

Información relevante del sector

Tabla 4. Lugar de implantación del ensayo experimental

Sector	Santa Martha de Cuba- Chumban Alto
Cantón	Tulcán
Altitud	3200 msnm
Temperatura	12,1 °C
Precipitación	1054 mm por año
Coordenadas universales	18N193842E 0070587N

En la figura 8 se observa la imagen satelital- Santa Martha de Cuba-Sector Chumban alto.



Figura 4. Santa Martha de Cuba- Chumban alto

Fuente: <https://www.google.com/maps>

3.4.2 Análisis Estadístico

Unidad experimental

Todo el ensayo experimental cuenta con 180 plantas, el mismo que está dividido en seis surcos, cada surco tiene 28 plantas de mora, de las cuales se ha decidido tomar como unidad experimental 6 plantas por cada tratamiento y dejar dos plantas en los bordes de cada surco.

Parcela neta

De las seis plantas de la unidad experimental se ha determinado tomar 4 plantas como la parcela neta, dejando dos de borde para evitar la competencia y el traslape entre los tratamientos. Las mismas que fueron señalizadas con cintas de colores para que no existan errores en la toma de datos.




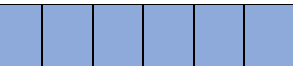
Muestras

La toma de datos en la evaluación del rendimiento se la realizó cada 15 días por 4 meses. La evaluación de tallos productivos se la realizó cada 30 días, con el objetivo de encontrar diferencias significativas. La medición de la severidad e incidencia de enfermedades se realizó cada 30 días, en donde la incidencia siempre fue constante.

Ensayo por implantarse

Es un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), esto, por la pendiente en la cual se encuentra ubicado el ensayo.

TRATAMIENTOS

T1: EMAs-líquido	T2: MM- sólido	T3: Trichodermas	T4: Testigo (Fosetyl-Aluminio)
			

El esquema del ensayo se muestra en la tabla 5. El ensayo cuenta con cuatro tratamientos (T1=EMAs, T2=MM, T3=Trichoderma y T4= Testigo químico), con 6 repeticiones, los colores indican la forma aleatoria en que están ubicados los tratamientos, se puede observar que los números pintados de color rojo son las plantas que pertenecen a la parcela neta, mientras que las que están a los exteriores son las plantas que comprenden a los bordes.

Tabla 5. Esquema del ensayo implantado a campo abierto.

B1	6	5	3	4	2	1	1	2	3	4	5	6	3	2	1	4	5	6	6	2	3	4	5	1
B2	1	2	3	4	5	6	2	1	3	6	5	4	4	2	3	1	5	6	2	1	3	5	2	6
B3	3	2	1	4	5	6	4	2	3	1	5	6	5	3	2	4	1	6	3	2	1	4	5	6
B4	4	2	3	1	6	5	5	2	6	4	1	4	6	4	3	2	5	1	3	2	1	4	6	5
B5	6	3	2	4	1	5	1	2	3	4	5	6	3	2	1	4	5	6	2	1	3	6	5	4
B6	4	2	3	1	5	6	6	4	3	2	5	1	5	2	4	3	1	6	1	2	3	4	5	6

Variables tomadas:

- ✓ Tallos productivos (tallos por planta)
- ✓ Severidad de enfermedades medida en la escala de Lickert (1 – 5). El 1 significa ausencia del Mildiu Polvoso (*Oidium*) y el 5 indica que la planta está totalmente afectada de la enfermedad.
- ✓ Rendimiento en peso de frutos (kg) por planta.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la investigación. Los análisis de varianza fueron realizados y acompañados con las pruebas de media de Tukey, la cual se usó para comparar todos los tratamientos y la prueba de media de Dunnett para comparar con el tratamiento testigo-químico. La prueba de Friedman no paramétrica fue la ideal para el análisis del grado de severidad, la cual es una variable cualitativa en escala de medida ordinal que se midió con valores del 1 al 5.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Análisis del rendimiento.

En el análisis de varianza de la producción por unidad experimental (rendimiento) a los 30 días de iniciado el ensayo, se puede observar un coeficiente de variación muy alto (60,66 %), por lo que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, se tiene una media general de 195,92 gramos en la primera toma de datos, como se observa en la tabla 6. Es común que CV muy altos enmascararen las diferencias entre los tratamientos impidiendo detectarlas.

Tabla 6. Análisis de varianza de la producción por unidad experimental a los 30 días de iniciado el ensayo.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	5	185868	37173,6		
TRATAMIENTO	3	35853	11950,9	0,85	0,4899
ERROR	15	211855	14123,7		
TOTAL	23	433576			
MEDIA	195,92 g/0,3 Ha	CV	60,66 %		

En la prueba de media de Tukey se observa que no existen diferencias entre los tratamientos, por ello, se dice que forman un grupo homogéneo, pero la tendencia es del químico a tener la mayor producción, mientras que el tratamiento EMAs es el que tiene la producción más baja como se puede visualizar en la Tabla 7.

Tabla 7. Prueba de media para el rendimiento en el cultivo de mora a los 30 días de iniciado el ensayo

TRATAMIENTO	MEDIA (g)	GRUPOS HOMOGENEOS
T4:QUÍMICO (Fosetyl-Aluminio)	257,17	A
T2:M. M	191,50	A
T3:TRICHODERMAS	184,67	A
T1:EMAs	150,33	A

En el análisis de varianza de la producción por unidad experimental a los 46 días de iniciado el ensayo, se obtuvieron resultados poco satisfactorios, porque la producción empezó a disminuir con una media general de 152,08 gramos, esto se debió posiblemente al incremento de la enfermedad Mildiu Polvoso (*Oidium sp*) que ocasionó la pérdida de algunos frutos, de igual forma el coeficiente de variación va en ascenso (73,22 %), lo que ocasionó que no se pudieron encontrar diferencias significativas en los tratamientos, esto se puede observar en la Tabla 8.

Tabla 8. Análisis de varianza de la producción por unidad experimental a los 46 días de iniciado el ensayo.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	5	105147	21029,5		
TRATAMIENTO	3	6942	2313,9	0,19	0,9039
ERROR	15	186015	12401,0		
TOTAL	23	298104			
MEDIA	152,08 g/0,3 Ha		CV	73,22%	

En la prueba de medias no existen diferencias entre ellos, también se puede encontrar la tendencia al mejor tratamiento que es el químico (177,83 g), por otro lado, el tratamiento con la producción más baja sigue siendo el tratamiento en el que se aplicó las EMAs (132,17 g).

Tabla 9. Prueba de media para la producción a los 46 días de iniciado el ensayo.

TRATAMIENTOS	MEDIA (g)	GRUPOS HOMOGENEOS
T4:QUÍMICO (Fosetyl-Aluminio)	177,83	A
T2:M. M	155,50	A
T3:TRICHODERMAS	142,83	A
T1:EMAs	132,17	A

En el análisis de varianza que se encuentra por unidad experimental a los 61 días de iniciado el ensayo, el coeficiente de variación es bastante alto (89,11%), lo que produce que no se puedan observar diferencias significativas, en cambio la media general (167,71 g) ha vuelto a subir en comparación con la anterior toma de datos, posiblemente a la adaptación y asimilación de los tratamientos aplicados por parte de las plantas puestas a ensayo, como se observa en la Tabla 10.

Tabla 10. Análisis de varianza de la producción por unidad experimental a los 61 días de iniciado el ensayo.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	5	54887	10977,3		
TRATAMIENTO	3	25459	8486,3	0,38	0,7689
ERROR	15	335037	22335,8		
TOTAL	23	415383			
MEDIA	167,71 g/0,3 Ha		CV	89,11%	

En la prueba de medias se puede observar que no existen diferencias entre ellos, pero si existe tendencia al mejor, que es el químico (221,60 g), en cambio el peor tratamiento sigue siendo las EMAs (134,67 g), hay recalcar que dicho tratamiento está manteniendo su producción, es decir, está asimilando la aplicación de los microorganismos benéficos, por ende, genera resistencia a enfermedades, esto se puede observar en la Tabla 11.

Tabla 11. Prueba de media para la producción a los 61 días de iniciado el ensayo.

TRATAMIENTO	MEDIA (g)	GRUPOS HOMOGENEOS
T4:QUÍMICO (Fosetyl-Aluminio)	221,60	A
T2:M. M	160,50	A
T3:TRICHODERMAS	154,00	A
T1:EMAs	134,67	A

En la Tabla 12 se muestra el análisis de varianza de la producción a los 71 días de iniciado el ensayo, en donde se puede observar el coeficiente de variación (107,48%) que sobrepasa el 100%, se dificulta aún más encontrar diferencias significativas entre los tratamientos, de igual manera la media general ha disminuido significativamente (106,46 g), lo que permite deducir que la enfermedad está afectando con mayor severidad al cultivo y por ende disminuye la producción. Es importante mencionar que en esos momentos la reproducción de hongos patógenos estuvo estrechamente ligada al acompañamiento de las condiciones ambientales óptimas para ello.

Tabla 12. Análisis de varianza de la producción por unidad experimental a los 77 días de iniciado el ensayo.

FUERTE	DF	SS	MS	F	P
REP	5	19834	3966,7		
TRAT	3	3806	1268,6	0,10	0,9605
ERROR	15	196378	13091,9		
TOTAL	23	220018			
MEDIA	106,46 g/0,3 Ha			CV	107,48%

En la Tabla 13, se puede apreciar que no existen diferencias entre tratamientos, pero si se puede observar que el tratamiento con Trichodermas es el mejor en este muestreo, con 123 g en la media, posiblemente porque las Trichodermas están generando resistencia a la presencia de la enfermedad, por otro lado, el peor tratamiento es el químico (87,67g), se asume que este bajo rendimiento se debió al contagio progresivo entre tratamientos, por la cercanía de las parcelas de experimentación.

Tabla 13. Prueba de media para la producción a los 77 días de iniciado el ensayo.

TRATAMIENTO	MEDIA (g)	GRUPOS HOMOGENEOS
T3:TRICHODERMAS	123,00	A
T2:M.M	109,17	A
T1:EMAs	106,00	A
T4:QUÍMICO (Fosetyl-Aluminio)	87,67	A

En la tabla 14, se puede apreciar que el coeficiente de variación es muy alto (119,14%), esto se debió a que existía un número considerable de plantas que están en producción cero, por lo

tanto, fue imposible encontrar diferencias significativas, en cuanto a la media general en gramos se encuentra en 111,17 g. En esta oportunidad los resultados han variado por las podas generales que se hizo a todo el cultivo para bajar el índice de severidad de la enfermedad, afectando directamente el rendimiento.

Tabla 14. Análisis de varianza de la producción por unidad experimental a los 92 días de iniciado el ensayo.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	5	50435	10087,0		
TRAT	3	17380	5793,2	0,33	0,8036
ERROR	15	263135	17542,3		
TOTAL	23	330949			
MEDIA	111,17 g/0,3 Ha		CV	119,14%	

En la prueba de medias se puede visualizar que no se pudo detectar diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, debido al alto porcentaje del coeficiente de variación, pero se observa que el tratamiento químico (142,50 g) vuelve a ser el mejor; por otro lado, el peor fue el de microorganismos de montaña (MM) con 75 g de producción promedio, como se puede observar en la Tabla 15.

Tabla 15. Prueba de media para la producción a los 92 días de iniciado el ensayo.

TRATAMIENTOS	MEDIA (g)	GRUPOS HOMOGENEOS
T4:QUÍMICO (Fosetyl-Aluminio)	142,50	A
T1:EMAs	130,83	A
T3:TRICHODERMAS	96,33	A
T2:M.M	75,00	A

El análisis de varianza en la producción por unidad experimental a los 110 días de iniciado el ensayo muestra un CV que sobrepasa el 100%, esto sucede porque la afectación de la enfermedad es cada vez mayor, por lo tanto, existe mayor cantidad de plantas que no producen frutos, en cuanto a la media general de producción va en descenso por la severidad con la cual está afectando el patógeno, esto se observa en la Tabla 16.

Tabla 16. Análisis de varianza de la producción por unidad experimental a los 110 días de iniciado el ensayo.

FUENTE	DF}}	SS	MS	F	P
BLOQUES	5	65362	13072,4		
TRATAMIENTOS	3	203777	67925,6	5,64	0,0086
ERROR	15	180793	12052,9		
TOTAL	28	449932			
MEDIA	94,083 g/0,3 Ha		CV	116,69%	

En la prueba de medias por tratamiento se observa que ahora si existen diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos, se encuentran dos grupos en el cual el tratamiento químico (253,33g) es muy superior a los demás, mientras que los otros tres tratamientos decrecen en producción porque la enfermedad ya ha dañado casi en su totalidad el tejido vegetal, por ende, la mayoría de las plantas que componen las parcelas experimentales ya no producen, como se observa en la Tabla 17. Aun cuando el CV está por encima del 100% se encontraron diferencias con el químico, debido a que estas son demasiado grandes.

Tabla 17. Prueba de media para la producción a los 110 días de iniciado el ensayo.

TRATAMIENTO	MEDIA (g)	GRUPOS HOMOGENEOS
T4:QUÍMICO (Fosetyl_Aluminio)	253,33	A
T1:EMAs	50,50	B
T2:M.M	38,67	B
T3:TRICHODERMAS	33,67	B

4.1.2 Análisis del número de tallos productivos

La producción de tallos es una variable muy importante en la investigación y depende de estos el aumento de producción de frutos. Se puede observar en la Tabla 18, que el valor del coeficiente de variación es alto (70,33%), por lo tanto, no se pueden detectar diferencias entre las medias. La media general empezó con 2,17 tallos; este valor es bajo y se debe a las podas de formación y limpieza que se realizaron al inicio.

Tabla 18. Análisis de varianza de la producción de tallos por unidad experimental a los 30 días de iniciado el ensayo.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	5	8,83	1,7		
TRAT	3	7,66	2,5	1,1	0,379
ERROR	15	34,83	2,3		
TOTAL	23	51,33			
MEDIA	2,1667t		CV	70,33%	

La prueba de medias por tratamiento muestra un solo grupo homogéneo, por lo que no existen diferencias considerables, pero si se puede observar que el mejor tratamiento es el químico, en cambio el peor fue el tratamiento en el que se aplicó las EMAs, tal como se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19. Prueba de medias en la producción de tallos para cada tratamiento a los 30 días de iniciado el ensayo.

TRATAMIENTO	MEDIA (n° tallos)	GRUPOS HOMOGENEOS
T4:QUÍMICO (Fosetyl-Aluminio)	2,8	A
T3:TRICHODERMAS	2,5	A

T2:M.M	2,0	A
T1:EMAs	1,3	A

El análisis de varianza en la aparición de tallos productivos muestra el valor de $p=0,26$, el cual indica que no hay diferencias entre los tratamientos. La media general se incrementó a 6,75 tallos a los 60 días de iniciado el ensayo, como se visualiza en la tabla 20. Se puede ver que a medida que avanza la enfermedad y existe mayor daño del tejido vegetal, las plantas hacen que emerjan nuevos tallos como mecanismo de defensa.

Tabla 20. Análisis de varianza de la producción de tallos por unidad experimental a los 60 días de iniciado el ensayo.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	5	5,5	1,1		
TRAT	3	16,8	5,6	1,45	0,26
ERROR	15	58,1	3,8		
TOTAL	23	80,50			
MEDIA	6,75		CV	29,17%	

A los 60 días de iniciado el ensayo, la producción de tallos por tratamiento muestra un solo grupo homogéneo, en donde la tendencia sigue siendo el químico como superior a los otros tratamientos, seguido del tratamiento EMAs que podría servir como alternativa para remplazar los productos sintéticos, aportando beneficios orgánicos amigables con el ambiente, tal como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21. Prueba de medias en la producción de tallos para cada tratamiento a los 60 días de iniciado el ensayo.

TRATAMIENTO	MEDIA (n° tallos)	GRUPOS HOMOGENEOS
T4:QUÍMICO (Fosetyl-Aluminio)	7,8	A
T1:EMAs	7,0	A
T3:TRICHODERMAS	6,6	A
T2:M.M	5,5	A

El análisis de varianza muestra que el coeficiente de variación ha disminuido considerablemente, la media general de producción de tallos sigue en ascenso con 8 tallos en promedio, lo que confirmaría que, con el incremento de la enfermedad la planta genera más tallos, tal como se observa en la Tabla 22.

Tabla 22. Análisis de varianza de la producción de tallos por unidad experimental a los 91 días de iniciado el ensayo.

FUENTE	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	5	11,5	2,3		
TRAT	3	49,66	16,5	1,81	0,18
ERROR	15	136,83	9,1		
TOTAL	23	198,00			

MEDIA	8,0	CV	37,75%
--------------	-----	-----------	--------

En la tabla 23, se muestra que los grupos son homogéneos, no existen diferencias significativas pero el tratamiento EMAs es el mejor, superando al químico por lo que se lo podría utilizar como alternativa para la producción de tallos en épocas lluviosas, ya que estos hongos aportan en la asimilación de nutrientes del suelo y por consiguiente a la emergencia de nuevos tallos productivos.

Tabla 23. Prueba de medias en la producción de tallos para cada tratamiento a los 91 días de iniciado el ensayo.

TRATAMIENTO	MEDIA (n° tallos)	GRUPOS HOMOGENEOS
T1:EMAs	9,6	A
T2:M.M	9,1	A
T3:TRICHODERMAS	6,8	A
T4:QUÍMICO (Fosetyl-Aluminio)	6,3	A

En la Tabla 24, se observa que aun cuando estadísticamente no existen diferencias significativas, el tratamiento químico siempre fue superior en el rendimiento frente a los demás tratamientos y se verificó que es el que menos afectación de la enfermedad tuvo, aunque con una producción irregular en cada muestra tomada. Nunca se estabilizó el rendimiento por la agresividad con la que actuaba el patógeno, por esta razón no se evidenció el incremento en la producción como se esperaba.

Tabla 24. Resultados de la prueba de Dunnett's en la comparación de la producción de los tratamientos con el testigo químico.

Días	PRODUCCIÓN MEDIA				DIFERENCIAS CON EL TESTIGO QUÍMICO		
	QUIM	EMAs	M.M	TRICHO	EMAs	M.M	TRICHO
30	257,17	150,33	191,50	184,67	-106,83	-65,67	-72,50
46	177,83	132,17	155,50	142,83	-45,67	-22,33	-35,00
61	221,67	134,67	160,50	154,00	-87,00	-61,17	-67,67
77	87,87	106,00	109,17	123,00	18,33	21,50	35,33
92	142,50	130,83	75,00	96,33	-11,67	-67,50	-46,17
110	253,33	50,50	38,83	33,67	-202,83	-214,50	-219,67

En la tabla 25, se observa como los tratamientos con microorganismos benéficos van incrementando progresivamente el número de tallos, es importante resaltar que el cultivo ha asimilado estos microorganismos de forma positiva, de tal manera que ha hecho que emerjan

nuevos tallos en cada muestreo realizado, el más significativo es el tratamiento con EMAs que ha tenido mejor inoculación con el huésped (planta y suelo).

Tabla 25. Prueba de Dunnett's, comparación de tratamientos con el testigo químico en la producción de tallos.

Días	PRODUCCIÓN MEDIA				DIFERENCIAS CON EL TESTIGO QUÍMICO		
	QMCO	EMAs	M.M	TRDMAS	EMAs	M.M	TRDMAS
30	2,8	1,3	2	2,5	-1,5	-0,83	-0,33
60	7,83	7	5,5	6,6	-0,83	-2,33	-1,16
90	6,33	9,6	9,17	6,83	3,3	-2,83	0,5

4.1.3 Análisis de la severidad

Con relación a la incidencia esta fue constante durante todo el experimento, todas las plantas estuvieron afectadas por el patógeno (*Oidium sp*), aunque en diferentes grados de afectación.

La prueba de Friedman no paramétrica es la ideal para la medición de variables cualitativas tal como el grado de severidad, la cual se midió con valores del 1 al 5, cuando es 1 quiere decir que la planta está sin afectación de enfermedad o está sana, mientras que el valor 5, es cuando la afectación de la enfermedad en la planta es generalizada y severa.

En las tablas 26-30 se calcularon todas las diferencias entre las sumas de rangos, si estas diferencias superaban el estadístico de prueba (11,48) se consideraron estadísticamente diferentes, con una probabilidad de cometer el error tipo I de 0,05; que fue el nivel de significación establecido.

Como se observa en la Tabla 26, no existen diferencias entre tratamientos a los 30 días de iniciado el ensayo, se puede ver que los valores de la mediana de severidad están entre 2 y 3,5, y los cuatro tratamientos están muy parejos, hay que mencionar que se inició el experimento con condiciones ambientales desfavorables para la reproducción de patógenos, es decir que se encontraba en una época seca, lo que ayudó a que no se incrementaran de manera exponencial los patógenos.

Tabla 26. Resultados de la prueba de Friedman para la severidad a los 30 días de iniciado el ensayo.

Tratamiento	Suma de Rangos	Total de Rangos	Mediana de severidad	Min-Max valores de severidad
T1:EMAs	2,58	15,48	2,5 A	2,75-2,75
T2:M.M	2,75	16,50	2,5 A	2,75-3,5
T3:TRICHODERMAS	3,08	18,48	3,0 A	3,0-3,5
T4:QUÍMICO (Fosetyl-Aluminio)	1,58	9,48	2,0 A	2,0-3,0

La prueba de Friedman muestra que a los 58 días de iniciado el ensayo, existen diferencias significativas, por ejemplo, el tratamiento más afectado por la enfermedad, en este caso es el de microorganismos de montaña (M.M) con una mediana de severidad de 3. El que cuenta con menor infección es el químico (rango de afectación de 1-2); pero al igual que este, los tratamientos EMAs y Trichodermas se comportan de la misma forma que el químico, esto quiere decir que posiblemente los tratamientos aplicados están surtiendo efecto en la resistencia a la enfermedad, tal como se puede ver en la Tabla 27.

Tabla 27. Prueba de Friedman para la severidad a los 58 días de iniciado el ensayo.

Tratamiento	Suma de Rangos	Total de Rangos	Mediana de severidad		Min-Max valores de severidad
T1:EMAs	3,08	18,48	2,75	AB	2,0-4,0
T2:M.M	3,25	19,5	3,0	A	2,0-4,0
T3:TRICHODERMAS	2,33	13,98	2,25	AB	1,5-3,5
T4:QUÍMICO (Fosetyl-Aluminio)	1,33	7,98	1,5	B	1,0-2,0

La prueba de Friedman muestra que a los 87 días de iniciado el ensayo la severidad se ha incrementado en algunos tratamientos, el que se más se diferencia sigue siendo el tratamiento M.M, como el más afectado (rango de afectación de 2,5-4 grupo A); mientras dos de ellos están actuando de la misma manera que el químico (grupo AB), esto se puede deber a la cercanía física entre tratamientos, lo que ha hecho que su afección incremente sustantivamente con el pasar de los días, al igual que la llegada de la época lluviosa con mayor intensidad, esto se puede apreciar en la Tabla 28.

Tabla 28. Prueba de Friedman para la severidad a los 87 días de iniciado el ensayo.

Tratamiento	Suma de Rangos	Total de Rangos	Mediana		Min- Max
T1:EMAs	2,58	15,48	3,0	AB	1,5-4,0
T2:M.M	3,33	19,98	3,0	A	2,5-4,0
T3:TRICHODERMAS	2,75	16,5	2,5	AB	2,0-4,0
T4:QUÍMICO (Fosetyl-Aluminio)	1,33	7,98	2,0	B	1,0-2,0

Los resultados de la prueba de Friedman para la severidad a los 123 días se encuentran con un incremento en la afectación de todos los tratamientos. Se ha perdido gran cantidad de frutos, los valores son muy altos, es imposible controlar de manera orgánica en condiciones favorables la reproducción del hongo, esto se muestra en la Tabla 29. El tratamiento más afectado es donde se aplicaron MM con un rango de severidad de 2,5-5.

Tabla 29. Prueba de Friedman para la severidad a los 123 días de iniciado el ensayo.

Tratamiento	Suma de Rangos	Total de Rangos	Mediana de severidad		Min-Max valores de severidad
T1:EMAs	2,83	16,98	2,75	AB	3,0-4,5
T2:M.M	2,92	17,52	3,75	A	2,5-5,0
T3:TRICHODERMAS	2,83	16,98	3,75	AB	2,5-4,5
T4:QUÍMICO (Fosetyl-Aluminio)	1,42	8,52	2,5	B	2,0-3,0

Después de la afectación total de la unidad experimental, se optó por la suspensión de tratamientos para salvar el cultivo, se empezó a aplicar químico a todo el cultivo para frenar la agresividad de la enfermedad, se realizaron podas de limpieza y deshierbas, y se observó la reacción de las plantas, 45 días después de la suspensión de tratamientos.

En la Tabla 30 se observa que a 45 días después de la suspensión de tratamientos e iniciada la aplicación de químicos, el tratamiento con mejor recuperación es el tratamiento donde se había aplicado Trichodermas, que disminuyó el índice de severidad de manera evidente (de un rango de afectación de 2,5-4,5 disminuyó al rango de 1-3,5, teniendo mejor reacción que el químico (con un rango de afectación de 2-3 disminuyó al rango de 1,5-2,5), considerando la diferencia con la última muestra tomada a los 123 días de iniciado el ensayo.

Tabla 30. Prueba de Friedman para la severidad a los 171 días de iniciado el ensayo.

Tratamiento	Suma de Rangos	Total de Rangos	Mediana de severidad		Min-Max valores de severidad
T1:EMAs	3,42	20,52	3,0	A	2,0-4,0
T2:M.M	3,0	18,00	3,0	AB	1,5-3,5
T3:TRICHODERMAS	2,17	13,02	2,5	AB	1,0-3,5
T4:QUÍMICO (Fosetyl-Aluminio)	1,42	8,52	2,0	B	1,5-2,5

4.2. DISCUSIÓN

Con la presente investigación se determinó que los microorganismos benéficos no controlan enfermedades en condiciones climáticas inestables y esto afectó principalmente el rendimiento. El cultivo presentaba un rendimiento de 30 kg semanales de las 180 plantas con la que cuenta la parcela experimental, esta cantidad transportada a toneladas por hectárea anuales daría una producción de 25 ton/ha, con la que superaría la media general con la que cuentan grandes provincias productoras de mora de castilla como es el caso de Tungurahua que produce cerca de 19 ton/ha anualmente. En el transcurso del ensayo la producción disminuyó en un 60%, lo cual se puede deducir que los microorganismos no fueron lo suficientemente efectivos o quizá la población de microorganismos benéficos fue menor a la de los patógenos.

En cuanto al incremento de brotes de tallos, Zurita & Toalombo, 2014; dicen que los microorganismos eficientes si ayudan en la aparición de nuevos brotes, lo que se confirmó en el transcurso de esta investigación. En algunos de los casos el tratamiento con EMAS fue superior a los demás tratamientos con medias generales de 8 y 9 tallos cada 30 días, en un inicio se contaba con 3 y 4 tallos como media general, por lo que se asume que los microorganismos benéficos actúan positivamente en la emergencia de tallos.

Desde el punto de vista fisiológico, los microorganismos benéficos incrementan la capacidad fotosintética de la planta según Morocho & Leiva, 2019, en la presente investigación se puede deducir que existe mejor absorción de nutrientes en los tratamientos en donde se aplicaron los microorganismos benéficos, también cuenta con mayor asimilación de nitrógeno atmosférico por la capacidad fotosintética, lo que se demuestra en la capacidad de la planta de generar nuevos brotes de tallos como medida de defensa a la continua proliferación de enfermedades.

Según Rivadeneira en 2016; el uso de Trichodermas favorece al incremento en la producción, esto no se logró comprobar porque la severidad de la enfermedad fue superior a la capacidad de reacción de la planta y como consecuencia la producción bajó considerablemente, a tal punto en el que varias plantas dejaron de producir frutos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- 1) Se logró recolectar los microorganismos de manera eficiente al igual que la reproducción de los mismos; después de su fermentación se realizó las aplicaciones correspondientes al cultivo.
- 2) Se comprobó que la aplicación de microorganismos benéficos (EMAs, MM, Trichodermas) no controla el desarrollo progresivo de enfermedades, al menos en condiciones climáticas desfavorables.
- 3) Se observó que la afectación de la enfermedad fue progresiva, dejando en producción cero a la mayoría de las plantas.
- 4) La aplicación de microorganismos benéficos (EMAs, MM, Trichodermas) influyó en la emergencia de nuevos tallos, de manera que al deterioro continuo de la enfermedad también se incrementó el número de tallos.

5.2. RECOMENDACIONES

- 1) Investigar la influencia de las condiciones climáticas desfavorables para el patógeno con la aplicación de microorganismos benéficos a fin de encontrar efectos en el control de enfermedades.
- 2) Investigar cómo afecta el uso de microorganismos benéficos (EMAs, MM, Trichodermas) en varias épocas del año.
- 3) Investigar cómo afecta el uso de microorganismos benéficos (EMAs, MM, Trichodermas) para incrementar el número de brotes de tallos, en especial las Trichodermas, teniendo en cuenta que de la presencia de tallos depende el incremento en la producción de frutos.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alwang, J., Andrango, G., Domínguez, J., Escudero, L., Martínez, A., & Barrera, V. (2016). *Tipificación de los productores de mora de Ecuador para*. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/64af/372ab44745ce19e84371a1c0c46857a99359.pdf>
- Auquillas, R. (2019). *Plan de mejoramiento para la producción*. Obtenido de <http://157.100.241.244/bitstream/47000/2228/1/UISRAEL-EC-ADME-378.242-2019-069.pdf>
- Chiriboga, H., Garcés, K., & Gómez, G. (2015). *Trichoderma spp. para el control biológico de enfermedades*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Obtenido de <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2647/1/BVE17038725e.pdf>
- Devia, C. (2011). *Buenas practicas agricolas*. Obtenido de <http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/2Agricultura%20limpia.pdf>
- Ministerio de agricultura y Ganadería (2020). *Buenas Practicas Agricolas*. IICA.
- INIAP. (2008). *Estado de los Recursos Fitogenéticos*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/i1500e/Ecuador.pdf>
- INTAGRI. (2018). *Importancia de Microorganismos*. Intagri S. C.
- Iza, M., Viteri, P., Hinojosa, M., Martinez, A., Sotomayor, A., & Viera, W. (2020). *Diferenciación morfológica, fenológica y pomológica de cultivares comerciales de mora (Rubus glaucus Benth.)*. Obtenido de https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v11n2/art005.html
- Leiva, L. C. (2011). *CONTROL FITOSANITARIO*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/getattachment/b7e061eb-ebd3-4f80-9518-c771712405eb/-nbsp3bmanejo-fitosanitario-delcultivo-de-la-mora.aspx>
- Molina, J. (2012). *MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS (EMAs) EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CUY*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3289/1/Tesis-34agr.pdf>
- Montalvo, D. (2010). *Evaluación de la calidad poscosecha de las acciones seleccionadas de mora de castilla, provenientes de las provincias Tungurahua y Bolívar*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2653/1/CD-3336.pdf>
- Morocho, M., & Leiva, M. (2019). *Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093

- Noboa, L. (2018). *PDF-Tesis de grado*. Obtenido de <file:///C:/Users/JHON%20VELASCO/Desktop/tesis/UDLA-EC-TIAG-2018-19.pdf>
- Orbe, P., Tercero, J., Leon, J., & Garcia, M. (2017). *Evaluación de la eficiencia de Microorganismos de Montaña (MM) en la Finca Agroecológica Zamorano*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6179>
- Paniagua, J. J. (2008). *Preparación y uso de microorganismos de montaña, líquidos y sólidos*. Obtenido de <http://www.fundesyam.info/biblioteca.php?id=1778>
- PDOT-SMDC. (s.f.). *Plan de Ordenamiento Territorial*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0460022370001_Final_30-10-2015_09-42-18.pdf
- Quinatoa, N. d. (2015). *Tesis de grado*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18281/1/Tesis-108%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20352.pdf>
- Rivadeneira, M. (2016). *Efecto de trichoderma spp. En el cultivo de mora de castilla (rubus glaucus) plantado en diferentes condiciones ambientales de la granja experimental de Nono*. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/6218>
- Rodriguez, C., & Villegas, B. (2016). *Caracterización de los cultivos de mora de castilla (rubus)*. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6118/63438R696.pdf?sequence=1>
- Rodríguez, N., & Tafur, S. (s/f). *Producción de Microorganismos de Montaña para el desarrollo de la agricultura orgánica*. Obtenido de https://estaticos.qdq.com/swdata/files/950/950904418/CIn_3256.pdf
- Villares, M., Martínez, Aníbal, Viteri D., Pablo, Viera, William, Jácome, Rosendo, Ayala, Germán, & Noboa, Michelle. (2016). *El cultivo de la mora en el Ecuador*. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4067>
- Zurita, H., & Toalombo, M. (2014). *Aplicación de abonos orgánicos líquidos tipo Biol al cultivo de mora (Rubus glaucus Benth)*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/6490>

V. ANEXOS

Anexo 1: Certificado o Acta de Pre defensa del informe de Investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: Velasco Montenegro Jhon Jairo

CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401873856

NIVEL/PARALELO: EGRESADO

PERIODO ACADÉMICO: junio - septiembre 2021

TEMA DE INVESTIGACIÓN:

"Evaluación de microorganismos benéficos (EMAs, Microorganismos de Montaña y Trichodermas) en el control de enfermedades e incremento de la producción del cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth.) en la parroquia Santa Martha de Cuba"

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO

LECTOR: MSC. HERRERA RAMIREZ CARLOS DAVID

ASESOR: MSC. GARCÍA BOLIVAR JUDITH JOSEFINA

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integró el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: VIRTUAL **AULA:** VIRTUAL

FECHA: jueves, 15 de julio de 2021

HORA: 17H00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 6.22

2) Trabajo escrito 2.70

Nota final de PRE DEFENSA 8.92

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el jueves, 15 de julio de 2021



PAUL SANTIAGO
ORTIZ TIRADO

MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO

PRESIDENTE



JUDITH
JOSEFINA
GARCIA BOLIVAR

MSC. GARCÍA BOLIVAR JUDITH JOSEFINA

TUTOR



CARLOS DAVID
HERRERA
RAMIREZ

MSC. HERRERA RAMIREZ CARLOS DAVID

LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Jhon Jairo Velasco Montenegro

Fecha de recepción del abstract: 2 de febrero de 2021

Fecha de entrega del informe: 2 de febrero de 2021

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se validó dicho trabajo.

Atentamente



EDISON ROMEROS
PERAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3: Ensayo de experimentación en la Parroquia Santa Martha de Cuba-Cantón Tulcán.



Anexo 4: Frutos



Anexo 5: Desarrollo de la enfermedad.

