



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA

Evaluación de sustratos para el trasplante de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en Pelileo

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERO AGRONOMO**

Autor: Barrera Castro Wilman Joel

Tutor: Ing. Mg. Villacis Aldaz Luis Alfredo

Cevallos- Ecuador

2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular sobre el tema **“Evaluación de sustratos para el trasplante de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en Pelileo”** desarrollado por el señor Barrera Castro Wilman Joel, estudiante de la Carrera de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato; certifico que el presente trabajo de investigación ha sido revisado en su totalidad el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Por lo tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para ser sometido a la evaluación de los profesores calificadores designados por Consejo Directivo de la Facultad.

Cevallos, junio 2026



Ing. Mg. Villacis Aldaz Luis Alfredo
TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El suscrito, Barrera Castro Wilman Joel, portador de cédula de ciudadanía número: 1850588508, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: **“Evaluación de sustratos para el trasplante de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en Pelileo”** es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es expresamente de mi responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

Cevallos, junio 2026

A handwritten signature in blue ink that reads "Joel Barrera". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

Barrera Castro Wilman Joel

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación de sustratos para el trasplante de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en Pelileo**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad. Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial. Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final o de parte de él.

Cevallos, junio 2026



Barrera Castro Wilman Joel

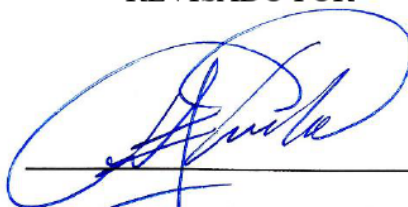
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el Trabajo de Integración Curricular sobre el tema “**Evaluación de sustratos para el trasplante de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en Pelileo**” presentado por Barrera Castro Wilman Joel de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de conformidad con el Reglamento para la Titulación de Grado para obtener el título terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, una vez revisado y calificado.

Cevallos, junio 2026

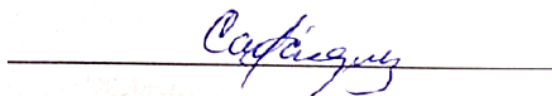
REVISADO POR



Ing. Mg. Villacís Aldaz Luis Alfredo
TUTOR

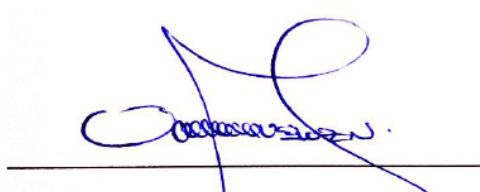
APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACION

Para constancia firman:



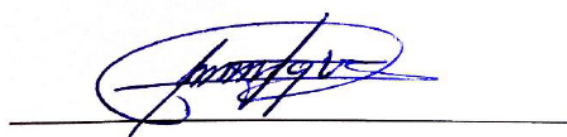
Ing. Vásquez Freytez Carlos Luis PhD.

PRESIDENTE



Ing. Veloz Naranjo Walter, Mg.

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Velastegui Espín Giovanny, Mg.

MIEMBRO TRIBUNAL DE GRADO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios por la salud y vida, por brindarme la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mis padres, Ulvio Barrera y Nelly Castro, quienes con su amor, esfuerzo y sacrificio han sido el pilar fundamental de mi vida y formación profesional. Gracias por brindarme siempre su apoyo incondicional y motivarme a seguir adelante en cada etapa de mi vida.

A mi hermano, Ulvio Vladimir Barrera Castro, por su compañía, apoyo incondicional y confianza brindada durante todo este camino académico, siendo un pilar importante para alcanzar esta meta.

A mi abuelita, Marlene Velasco, y a mis tíos, quienes con sus consejos, cariño y constante apoyo han formado parte fundamental de este logro y de mi crecimiento personal y profesional.

A mi novia Paola Nachimba, por su apoyo incondicional a lo largo de esta etapa. Gracias por acompañarme en cada desafío, motivarme a seguir adelante y brindarme ánimo en los momentos de cansancio e incertidumbre. Tu compañía y confianza fueron fundamentales para alcanzar este logro.

Dedico esta tesis a la memoria de mi primo, quien, aunque hoy ya no se encuentra entre nosotros, permanecerá siempre en mi corazón. Gracias por sus consejos, su apoyo incondicional y las enseñanzas que me brindó para seguir adelante. Tus recuerdos vivirán eternamente en mi vida y será una fuente constante de inspiración para alcanzar cada una de mis metas.

Barrera Castro Wilman Joel

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la vida, la salud y la fortaleza concedidas para concluir con éxito este trabajo de investigación.

A la Universidad Técnica de Ambato, en particular a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y a la Carrera de Agronomía, por haberme acogido durante estos años de formación y haberme brindado los conocimientos científicos, técnicos y humanos necesarios para mi desarrollo profesional.

Al Ing. Mg. Luis Villacis, Tutor del presente Trabajo de investigación, por su valiosa orientación, paciencia, rigor científico y disposición permanente durante el desarrollo de la investigación.

A los docentes de la Carrera de Agronomía, quienes con dedicación y profesionalismo aportaron a mi formación durante toda mi vida universitaria.

A mi familia, amigos y compañeros, por el apoyo incondicional, el aliento y la motivación constante a lo largo de esta etapa académica.

Barrera Castro Wilman Joel

INDICE GENERAL

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE GENERAL.....	viii
INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO	4
1.1 Antecedentes investigativos.....	4
1.2 Bases conceptuales	6
1.2.1 Mora de castilla (<i>Rubus glaucus</i> Benth.)	6
1.2.2 Taxonomía.....	6
1.2.3 Botánica del cultivo de mora de castilla	7
1.2.4 Características agronómicas.....	8
1.2.5 Propagación.....	8
1.2.6 Sustratos	9
1.2.7. Importancia de un sustrato	9
1.2.8 Propiedades de los sustratos.....	10
1.2.9 Trasplante.....	10

1.3 Objetivo general	11
1.4 Objetivos específicos	11
CAPITULO II.....	12
METODOLOGÍA	12
2.1 Área de estudio	12
2.2 Modalidad de investigación	13
2.3 Factores de estudio	13
2.4 Materiales y Equipos.....	13
2.4.1 Materiales.....	13
2.4.2 Equipos.....	14
2.5 Tratamientos.....	14
2.6 Diseño experimental.....	14
2.6.1 Esquema del análisis de varianza (ADEVA)	15
2.7 Hipótesis.....	15
2.8 Manejo del experimento	16
2.8.1 Preparación de los sustratos	16
2.8.2 Llenado de fundas y trasplante.....	16
2.8.3 Manejo cultural	16
2.8.4 Toma de datos	17
2.9 Variables respuesta	17
2.9.1 Altura de planta (cm)	17
2.9.2 Número de folíolos.....	17
2.9.3 Diámetro del tallo (mm).....	17
2.9.4 Contenido relativo de clorofila.....	18
CAPITULO III.....	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
3.1 Análisis y discusión de los resultados	19

3.1.1. Altura de planta	19
3.1.2 Diámetro del tallo.....	21
3.1.3 Número de foliolos.....	23
3.1.4 Contenido de clorofila.....	24
3.2 Verificación de hipótesis	26
CAPÍTULO IV	28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	28
4.1 Conclusiones	28
4.2 Recomendaciones	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXOS	34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación Taxonómica de la mora	6
Tabla 2 Factor de estudio.....	13
Tabla 3 Descripción de los tratamientos	14
Tabla 4 Esquema de varianza.....	15
Tabla 5 Prueba de Tukey al 5 % para la variable altura de planta a los 45 y 60 días	19
Tabla 6 Prueba de Tukey al 5 % para la variable diámetro del tallo a los 45 y 60 días	21
Tabla 7 Prueba de Tukey al 5 % para la variable número de folíolos a los 45 y 60 días	23
Tabla 8 Prueba de Tukey al 5 % para la variable contenido de clorofila a los 45 y 60 días	24

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ubicación del área de estudio</i>	12
--	----

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de cuatro tipos de sustratos sobre el trasplante inicial en fundas para mejorar el crecimiento de plántulas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) antes del trasplante definitivo a campo en Pelileo, a fin de identificar la mezcla con el mejor desempeño agronómico bajo las condiciones agroecológicas locales. El estudio se desarrolló en una superficie experimental ubicada a 2912 msnm, empleando un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones, totalizando doce unidades experimentales. Los sustratos evaluados fueron: T1 = turba comercial 100 %, T2 = hojarasca 100 %, T3 = tierra negra 40 % + cascarilla de arroz 30 % + materia orgánica 30 %, y T4 = tierra de la zona 100 % (testigo). Las variables registradas a los 45 y 60 días después del trasplante fueron altura de planta, diámetro del tallo, número de foliolos y contenido de clorofila. Los datos se sometieron a análisis de varianza (ADEVA) y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey al 5 %. Los resultados mostraron diferencias significativas y altamente significativas entre tratamientos en altura, foliolos y diámetro del tallo. El tratamiento T1 (turba comercial 100 %) registró el mejor desempeño, con 21,27 cm de altura, 26,33 foliolos y 3,00 mm de diámetro del tallo a los 60 días, seguido por T2 y T3 con valores estadísticamente similares, mientras que T4 mostró el comportamiento agronómico más bajo.

Palabras clave: *Rubus glaucus*, sustratos, trasplante, turba, hojarasca, Pelileo.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of four substrate types on the initial transplanting of Castilla blackberry (*Rubus glaucus* Benth.) seedlings into nursery bags in order to improve plant growth prior to field establishment in Pelileo and to identify the substrate mixture with the best agronomic performance under local agroecological conditions. The experiment was conducted at an altitude of 2912 m above sea level using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with four treatments and three replications, resulting in a total of twelve experimental units. The evaluated substrates were: T1 = 100% commercial peat, T2 = 100% leaf litter, T3 = 40% black soil + 30% rice husk + 30% organic matter, and T4 = 100% local soil (control). The variables assessed at 45 and 60 days after transplanting were plant height, stem diameter, number of leaflets, and chlorophyll content. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and mean comparisons were performed using Tukey's test at the 5% significance level. The results showed significant and highly significant differences among treatments for plant height, number of leaflets, and stem diameter. Treatment T1 (100% commercial peat) exhibited the best performance, reaching 21.27 cm in plant height, 26.33 leaflets, and 3.00 mm stem diameter at 60 days after transplanting. Treatments T2 and T3 showed statistically similar values, whereas T4 presented the lowest agronomic performance.

Keywords: *Rubus glaucus*, substrates, transplant, peat, leaf litter, Pelileo.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) es uno de los cultivos frutales de mayor importancia en las zonas andinas del Ecuador, tiene un valor nutricional y al beneficio económico que representa para los productores. Sin embargo, el establecimiento de nuevas plantas se realiza mediante prácticas tradicionales que no siempre garantizan un adecuado desarrollo radicular ni una buena adaptación después del trasplante. Estas limitaciones pueden estar relacionadas con el tipo de sustrato utilizado en la producción de plántulas, ya que las condiciones físicas y de retención de humedad del medio de crecimiento influyen directamente en la supervivencia y el vigor de las plantas **(Pilco, 2023)**.

En el cantón Pelileo, donde el cultivo de mora de Castilla va aumentando en los últimos años, donde existe la necesidad de identificar combinaciones de sustratos que favorezcan el establecimiento de las plántulas y mejoren su crecimiento inicial. Por ello, resulta necesario evaluar diferentes sustratos como la cascarilla de arroz, la materia orgánica y la turba comercial, con el fin de determinar cuál de estas alternativas proporciona mejores condiciones para el desarrollo de las plantas durante la fase de trasplante **(Jiménez, 2018)**.

El trasplante de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) a partir de semillas constituye una alternativa para la producción de un mayor número de plántulas. Tras la germinación en semillero, las plántulas requieren un trasplante de mayor capacidad que favorezcan su crecimiento y adaptación. En esta etapa, el sustrato influye directamente en el desarrollo inicial de las plántulas, por lo que la evaluación de diferentes sustratos orgánicos permite identificar condiciones más favorables para su establecimiento, con la finalidad de mejorar el desarrollo vegetativo y la calidad de las plantas. Posteriormente, las plantas pueden ser destinadas a su establecimiento definitivo en campo **(Andrade et al., 2021)**.

Diferentes mezclas de materiales orgánicos y minerales pueden modificar propiedades importantes como la porosidad, la aireación y la retención de humedad del medio de crecimiento de la planta, con la evaluación de sustratos constituye una gran alternativa que nos permitirá mejorar la calidad del material vegetal y optimizar el rendimiento del cultivo, permitiendo identificar combinaciones que favorezcan tanto el crecimiento y la supervivencia de las plantas en condiciones de campo, mejorando además su adaptación, desarrollo inicial y establecimiento adecuado después del trasplante. **(Toscano, 2022).**

La importancia que tiene el medio de crecimiento o sustrato para el desarrollo y adaptación de las plantas después del trasplante, ya que constituye un factor clave que influye en la disponibilidad de agua, oxígeno y nutrientes esenciales para el sistema radicular. Los sustratos están formados por materiales orgánicos que favorecen condiciones físicas y químicas adecuadas para el crecimiento de las plantas. Esta función del sustrato es especialmente relevante en cultivos agrícolas sensibles como la mora de Castilla, cuyo establecimiento depende en gran medida de las condiciones del medio donde se desarrollan sus raíces **(Velasco, 2021).**

Además, en los sistemas agrícolas la selección de sustratos adecuados tiene un impacto agronómico y productivo importante, ya que materiales como la turba comercial, la cascarilla de arroz y la materia orgánica contribuyen a mejorar la estructura del medio de crecimiento, favoreciendo la retención de humedad y el suministro gradual de nutrientes. Por ello, la comparación de diferentes sustratos permitirá generar información técnica que contribuya a mejorar la adaptación y el crecimiento inicial de las plantas de mora de Castilla en condiciones de campo **(Cevallos, 2020).**

Entre los principales países que demandan esta fruta se encuentran en Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Alemania, Francia, Austria, Italia, Holanda, Bélgica y Japón. En Ecuador, el cultivo de mora se distribuye a lo largo del callejón interandino, principalmente en las provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo, Pichincha, Imbabura y Carchi. Entre ellas, Bolívar destaca como la de mayor producción, con 34 209 t/año, lo que representa el 39% de la producción nacional, y

un rendimiento promedio de 6.90 t/ha. Por su parte, Tungurahua ocupa el segundo lugar en producción, aportando el 33% del total nacional, y presenta un rendimiento aproximado de 8 t/ha, considerado el más alto entre las provincias productoras del país **(Barrera et al., 2017)**.

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

(Martínez et al., 2019) realizó un estudio sobre la influencia del sustrato en la adaptación de las plantas después del trasplante, señalando que las características físicas y químicas del medio de cultivo influyen directamente en la retención de agua, la aireación del sistema radicular y la disponibilidad de nutrientes. En especies del género *Rubus*, los resultados mostraron que las variaciones en la composición del sustrato generan respuestas fisiológicas diferentes en las plantas, lo que demuestra que la selección adecuada del medio de cultivo es un factor determinante para el establecimiento y desarrollo inicial del cultivo.

La producción de mora de Castilla mantiene una actividad frutícola relevante en la región andina del Ecuador en la provincia de Tungurahua. En este contexto, Mazabanda (2023) analizó diversas estrategias de manejo agronómico orientadas a mejorar el crecimiento y rendimiento del cultivo, destacando el uso de fertilizantes orgánicos como una alternativa para fortalecer el desarrollo vegetativo de las plantas y contribuir al incremento de la productividad agrícola.

Las investigaciones en el cultivo de mora de Castilla se han enfocado principalmente en aspectos relacionados con la nutrición y el manejo agronómico del cultivo durante su fase productiva. Sin embargo, Salguero (2018) evaluó la relación entre las propiedades del medio de cultivo y el desarrollo fisiológico de las plantas, finalizando que las características físicas y químicas del sustrato influyen en el crecimiento vegetativo del cultivo.

Delgado (2012) investigó el efecto de diferentes componentes orgánicos utilizados como parte del sustrato en el desarrollo inicial de las plantas. Los resultados evidenciaron que la incorporación de materia orgánica mejora la estructura del medio de cultivo, favoreciendo la disponibilidad de nutrientes y las condiciones de aireación y retención de humedad. Estos factores contribuyen al establecimiento de las plantas

y al adecuado desarrollo del sistema radicular durante las primeras etapas de crecimiento.

Según **Sánchez (2018)**, el incremento de la producción de mora de Castilla en la provincia de Tungurahua ha generado la necesidad de mejorar las prácticas de manejo agronómico que favorezcan la adaptación de las plantas después del trasplante. En este contexto, diversos estudios desarrollados en la zona han evaluado el uso de materiales orgánicos como componentes de sustratos con el fin de estimular el crecimiento vegetal y mejorar el desarrollo del cultivo. Estos trabajos resaltan la importancia de analizar diferentes combinaciones de sustratos bajo condiciones de campo para identificar alternativas que optimicen el desarrollo de las plantas.

Casco (2013) evaluó el desarrollo de plántulas de mora de Castilla (*Rubus glaucus*) utilizando diferentes mezclas de sustratos que incluían cascarilla de arroz, arena y materia orgánica descompuesta. Los resultados mostraron que estas combinaciones mejoran las condiciones físicas del sustrato, favoreciendo la aireación, la retención de humedad y el desarrollo del sistema radicular, lo que contribuye al establecimiento adecuado de las plantas y al incremento de la actividad biológica del medio de cultivo.

Cevallos (2020) comparó el manejo agronómico del cultivo de mora de Castilla (*Rubus glaucus*) considerando el uso de diferentes sustratos para mejorar el desarrollo inicial de las plantas. El estudio evaluó la influencia de los sustratos en variables relacionadas con el crecimiento vegetativo y la adaptación de las plantas después del trasplante. Los resultados evidenciaron que la adecuada selección del sustrato contribuye al trasplante del cultivo y favorece el crecimiento inicial de las plantas en condiciones de campo.

El uso de materiales orgánicos como componentes de sustratos ha sido analizado en investigaciones relacionadas con el cultivo de mora de Castilla. Estudios reportan que la combinación de materiales como cascarilla de arroz, fibra de coco, compost y suelo agrícola permite evaluar distintas mezclas de sustratos y su efecto en el crecimiento del cultivo durante las primeras etapas de desarrollo. Estas

investigaciones han permitido identificar alternativas de manejo que contribuyen al mejor desarrollo vegetativo del cultivo bajo diferentes condiciones de producción (Salguero, 2018).

Los estudios revisados evidencian que las características del sustrato influyen significativamente en el crecimiento y establecimiento de la mora de Castilla. Diversas investigaciones destacan el uso de materiales orgánicos como alternativa para mejorar las condiciones del medio de cultivo. Sin embargo, aún es necesario evaluar distintas combinaciones de sustratos bajo condiciones específicas de producción para identificar las más adecuadas para el desarrollo del cultivo.

1.2 Bases conceptuales

1.2.1 Mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth.)

Mora de Castilla fue descubierta por Hart y descrita por Benth, siendo originaria de las zonas tropicales de gran altitud especialmente en Colombia, Ecuador, Panamá, Guatemala, Honduras, México y El Salvador. La fruta de este cultivo se reparte en todo el mundo, por lo tanto, su cultivo se realiza en zonas tropicales de gran altitud. En el país, su cultivo se ha desarrollado a pequeña escala comercial en ciudades como Ibarra, Otavalo, Quito y Ambato desde hace varias décadas. Además, esta especie puede encontrarse de forma silvestre en diferentes zonas de la serranía ecuatoriana (Altamirano, 2022).

1.2.2 Taxonomía

Tabla 1

Clasificación Taxonómica de la mora

	Reino
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Genero	<i>Rubus</i>
Especie	<i>R. glaucus</i> Benth

Fuente: (Cevallos, 2020).

1.2.3 Botánica del cultivo de mora de castilla

Raíz

El sistema radicular de la mora de Castilla se ubica principalmente en las capas superficiales del suelo, concentrándose en los primeros 30 cm de profundidad, aunque puede extenderse dependiendo de las condiciones del terreno. Estas raíces cumplen la función de sostener la planta y facilitar la absorción de agua y nutrientes esenciales para su desarrollo. Las raíces pueden originarse desde el cuello de la planta o formarse a partir de métodos de propagación como estacas y acodos. **(Franco, 2010).**

Tallo

Los tallos de la mora de Castilla son estructuras alargadas y generalmente provistas de espinas que se originan en la base de la planta, formando un conjunto de brotes que emergen desde la corona. Presentan un crecimiento semirrecto o trepador y pueden alcanzar varios metros de longitud a medida que se desarrollan. Estos tallos son cilíndricos y ramificados, lo que permite la formación de ramas secundarias y terciarias donde se sostienen hojas, flores y posteriormente los frutos. Además, cumplen una función importante en el soporte y conducción de nutrientes dentro de la planta **(Francisco, 2012).**

Hojas

Las hojas de mora de Castilla se disponen de forma alterna a lo largo de los tallos y se caracterizan por ser compuestas, generalmente formadas por tres, cinco hasta siete folíolos. Presentan forma ovalada o ligeramente alargada, con bordes aserrados y ápice puntiagudo. La superficie superior suele ser de color verde oscuro, mientras que el envés presenta una tonalidad más clara o blanquecina. Los folíolos se encuentran sostenidas por un pecíolo relativamente largo que puede presentar pequeñas espinas **(Francisco, 2012).**

Fruto

El fruto de la mora de Castilla se clasifica desde el punto de vista botánico como una poli drupa o baya compuesta, ya que está constituido por numerosas drupeolas pequeñas que se agrupan alrededor de un receptáculo central carnoso. Cada una de estas drupeolas contiene una semilla diminuta en su interior. El fruto presenta forma generalmente elipsoidal o ligeramente cónica y su tamaño puede variar según las condiciones de cultivo. Durante el proceso de maduración experimenta cambios graduales de color, iniciando en tonalidades verdes, luego rojizas y finalmente adquiriendo un color púrpura oscuro o violáceo cuando alcanza su estado óptimo de consumo **(Franco et al., 2020)**.

1.2.4 Características agronómicas

La mora de Castilla es un cultivo que se adapta principalmente a zonas de clima templado o frío en regiones andinas. Su desarrollo óptimo se presenta en altitudes superiores a 1500 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas moderadas y adecuada disponibilidad de humedad. Este cultivo requiere suelos fértiles, ricos en materia orgánica y con buen drenaje para favorecer el crecimiento radícula. Bajo un manejo agronómico apropiado, las plantaciones pueden mantenerse productivas durante varios años **(Vaca, 2013)**.

1.2.5 Propagación

La mora de Castilla puede propagarse mediante métodos vegetativos como estacas y acodos. Sin embargo, se puede emplear plántulas obtenidas a partir de semillas, las plántulas atraviesan una etapa inicial de crecimiento en la que presentan un sistema radicular poco desarrollado y una alta sensibilidad a las condiciones del medio. Por ello, durante el trasplante a fundas de mayor capacidad es fundamental proporcionar un sustrato con adecuadas características físicas y químicas que favorezcan el desarrollo de las raíces, la absorción de agua y nutrientes, y el crecimiento vigoroso de las plantas **(Viteri et al., 2016)**.

1.2.6 Sustratos

Los sustratos son la base de la materia o sustancia que sirve de sostén a un organismo, ya sea vegetal o animal la cual transcurre su vida. El sustrato sustenta las necesidades básicas de las plantas tales como la fijación, la nutrición, la protección, la reserva de agua etc. De la misma manera estos aportan a las plantas y a los vegetales los minerales y el agua vitales para su desarrollo y crecimiento, también es en donde se encuentran algunos elementos muy importantes tales como nitrógeno, oxígeno e hidrógeno indispensables para su desarrollo **(Lozada, 2021)**.

El sustrato se identifica como un medio de cultivo inerte o activo que sustituye al suelo en la zona de la rizosfera. Se compone de materiales que pueden ser de origen natural (orgánicos como turbas y compost; minerales como gravas o arenas) o bien procesados industrialmente (perlita, lana de roca o arcillas expandidas) **(Salguero, 2018)**.

1.2.7. Importancia de un sustrato

Este aspecto es importante al trasplantar las plantas, ya que de eso depende su desarrollo, tiempo de vida y reproducción. Cuando éstas son plantadas en una buena superficie, con los nutrientes adecuados, crecerán fuertes y sanas. La función del sustrato es retener el agua, el oxígeno y las propiedades el tiempo suficiente para que se realice el proceso de fotosíntesis. También es una de las formas que principalmente las raíces se desarrollan, y a su vez se drenan los fluidos con facilidad para que estas se mantengan con un buen sistema de aireación **(Industria Química, 2022)**.

Según destaca Industria **Química (2022)**, la estabilidad física de los medios de crecimiento depende de una mezcla proporcional de los materiales orgánicos y minerales. Esta composición asegura un flujo de agua óptimo por lo tanto esa va evitando que la baja permeabilidad y el apelmazamiento del sustrato deriven en ahogamiento radicular o estrés hídrico, factores que ponen en riesgo la supervivencia del cultivo.

1.2.8 Propiedades de los sustratos

En los sistemas de producción que utilizan sustratos, generalmente se otorga mayor importancia a las propiedades físicas del medio de cultivo, debido a que una vez que el cultivo se establece es muy difícil modificar la estructura del sustrato. Teniendo en cuenta, las propiedades químicas también cumplen un papel relevante, ya que pueden influir significativamente en el rendimiento y éxito del sistema productivo. Entre las características físicas más relevantes se encuentran aquellas relacionadas con el espacio poroso del sustrato, como la granulometría, la porosidad y la distribución de las fases sólida y gaseosa, factores que determinan la aireación y la retención de agua en el medio de cultivo **(Infoagro, s. f.)**.

La calidad de la turba empleada en el sustrato es un factor determinante para mantener un equilibrio adecuado entre agua y aire en la zona radicular. Cuando la turba presenta fibras demasiado finas puede producirse compactación o sedimentación del sustrato, lo que limita el desarrollo normal de las raíces. De forma similar, el uso de vermiculita con partículas muy pequeñas puede generar un efecto negativo, ya que en lugar de mejorar la aireación y el drenaje puede provocar una reducción del espacio poroso del sustrato **(Infoagro, s. f.)**.

1.2.9 Trasplante

En la actualidad, hay personas que muestran interés por el trasplante de plantas y la producción de cultivos sostenibles. Aunque para algunos puede representar una actividad recreativa o un pasatiempo, para los profesionales de la horticultura constituye una práctica fundamental dentro del manejo de los cultivos. El trasplante permite trasladar las plantas desde un lugar de propagación, como semilleros o viveros, hacia su sitio definitivo de crecimiento, donde continuarán su desarrollo productivo. Este proceso es considerado una técnica importante en la agricultura y horticultura, ya que facilita el establecimiento adecuado de las plantas y favorece su adaptación a nuevas condiciones de cultivo **(Jardinería On, 2024)**.

El trasplante de plantas es una técnica fundamental para el cuidado y desarrollo de nuestras plantas sostenibles. Además, permite el crecimiento de las raíces, trasplantar es necesario para renovar el sustrato y evitar la acumulación de sales y otros nutrientes que pueden resultar perjudiciales para algunas especies, el trasplante también nos permite controlar el desarrollo de la planta y mantenerla en un tamaño adecuado para su cultivo (**Jardinería On, 2024**).

La adaptación al trasplante es un proceso importante antes del establecimiento de las plantas, ya que durante esta etapa el cultivo debe ajustarse a las nuevas condiciones del suelo, sustrato y ambiente. Después del trasplante, las plantas suelen experimentar un periodo de estrés fisiológico, caracterizado por una reducción temporal del crecimiento mientras se regeneran las raíces y se restablece la absorción de agua y nutrientes. Durante este periodo de adaptación pueden presentarse síntomas como marchitamiento o crecimiento lento; sin embargo, con un manejo adecuado la planta logra recuperarse y continuar su desarrollo normal (**Greenhas, 2022**).

1.3 Objetivo general

Evaluar sustratos para el trasplante de la mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth).

1.4 Objetivos específicos

- Establecer el mejor sustrato para el trasplante de mora de castilla.
- Determinar las características agronómicas de la mora de castilla, en cada uno de los sustratos.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio

El estudio se realizó en la provincia de Tungurahua, cantón Pelileo Caserío Ladrillo. El clima es apto para el cultivo de mora, lo que permitió desarrollar adecuadamente el experimento.

El área experimental se localiza en las coordenadas geográficas $1^{\circ} 20' 49''$ S de latitud y $78^{\circ} 33' 11''$ O de longitud, a una altitud de 2.912 m s.n.m. El sector presenta un clima templado propio de la región andina, con temperaturas promedio anuales que oscilan entre 9°C y 19°C , condiciones favorables para el desarrollo del cultivo de mora (Weather Spark, s. f.).

Figura 1

Ubicación del área de estudio



Fuente: *Google Earth Pro (2026).*

2.2 Modalidad de investigación

La presente investigación se desarrolla bajo la modalidad de campo y experimental, debido a que los datos se obtuvieron directamente en el lugar de estudio, en el cantón Pelileo, mediante la aplicación de diferentes sustratos en el cultivo de Mora de Castilla (**Hernández-Sampieri et al., 2014**).

2.3 Factores de estudio

En la presente investigación, el factor de estudio corresponde al tipo de sustrato en el cultivo de mora de Castilla, el cual constituye la variable independiente que se manipula para evaluar su efecto sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas (**Hernández-Sampieri et al., 2014**).

Tabla 2

Factor de estudio

Tipo de sustratos
T1 Turba comercial
T2 Hojarasca
T3 Materia orgánica 30 % + cascarilla de arroz 30% + Tierra negra 40%
T4 Suelo de la zona

2.4 Materiales y Equipos

2.4.1 Materiales

- Plántulas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.)
- Sustratos: tierra agrícola, cascarilla de arroz, materia orgánica(gallinaza) hojarasca, turba comercial.
- Fundas plásticas de polietileno negro de 9 x 6”
- Estacas de madera para señalización
- Etiquetas plásticas resistentes al agua

- Cuaderno de campo
- Esferos
- Malla metálica

2.4.2 Equipos

Computadora portátil para procesamiento de datos

Medidor de clorofila SPAD-502

Calibrador vernier

Cinta métrica

Cámara fotográfica

2.5 Tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos correspondientes a diferentes tipos de sustratos, los cuales se describen en la Tabla 3.

Tabla 3

Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Código	Descripción del sustrato
T1	Turba	Turba comercial 100 %
T2	Hojarasca	Hojarasca de páramo 100 %
T3	MO + CA + TN	Materia orgánica 30 % + cascarilla de arroz 30 % + tierra negra 40 %
T4	Testigo	Tierra de la zona 100 %

2.6 Diseño experimental

El experimento se estableció bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental estuvo

constituida por diez plantas de mora establecidas en fundas plásticas. Cada bloque estuvo conformado por cuatro unidades experimentales, correspondientes a los cuatro tratamientos evaluados. En total se establecieron 12 unidades experimentales y 120 plantas para todo el ensayo.

2.6.1 Esquema del análisis de varianza (ADEVA)

El esquema del análisis de varianza correspondiente al diseño aplicado se muestra a continuación:

Tabla 4

Esquema de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	11
Bloques	2
Tratamientos	3
Error experimental	6

Para los tratamientos que presentaron diferencias estadísticas significativas en el análisis de varianza, se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 5 % de probabilidad, con el fin de determinar la ubicación de rangos entre tratamientos.

2.7 Hipótesis

Ho. Los diferentes tipos de sustratos no influyen significativamente en el crecimiento y desarrollo de la Mora de Castilla en el cantón Pelileo, por lo tanto, no existen diferencias significativas en las variables evaluadas (altura de planta, número de folíolos, diámetro del tallo y contenido relativo de clorofila).

H1. Al menos uno de los tipos de sustrato influye significativamente en el crecimiento y desarrollo de la Mora de Castilla en el cantón Pelileo, evidenciándose diferencias significativas en las variables evaluadas.

2.8 Manejo del experimento

2.8.1 Preparación de los sustratos

Los sustratos se prepararon previamente al trasplante, mezclando los materiales en las proporciones definidas para cada tratamiento. La materia orgánica utilizada (Gallinaza) presenta un grado adecuado de descomposición parcialmente descompuesta. La cascarilla de arroz se utilizó para mejorar su estabilidad estructural, y la hojarasca de páramo se recolectó en la zona alta del cantón, sometiéndola a un proceso de tamizado para eliminar residuos gruesos.

2.8.2 Llenado de fundas y trasplante

Las fundas plásticas se llenaron con cada uno de los sustratos hasta alcanzar el volumen correspondiente, asegurando una compactación uniforme. El trasplante se realizó utilizando plántulas de mora de Castilla seleccionadas por similitud en tamaño y vigor, con el fin de minimizar la variación inicial entre las unidades experimentales. Esto permitió una comparación objetiva del efecto de cada tratamiento sobre el desarrollo de las plantas.

2.8.3 Manejo cultural

El riego se aplicó de forma manual cada dos días, manteniendo el sustrato a capacidad de campo sin generar encharcamientos. Se efectuaron deshierbas manuales periódicas. Todas las prácticas culturales se mantuvieron constantes entre tratamientos, garantizando que las diferencias observadas se atribuyeran exclusivamente al tipo de sustrato evaluado.

2.8.4 Toma de datos

Las mediciones de las variables se realizaron a los 45 y 60 días después del trasplante. En cada evaluación se registraron los valores correspondientes a las cuatro variables respuesta.

2.9 Variables respuesta

2.9.1 Altura de planta (cm)

Se midió con un flexómetro graduado desde la base del tallo, a nivel del sustrato, hasta el ápice de crecimiento. Esta variable representa el crecimiento vertical de las plántulas y constituye un indicador directo del vigor vegetativo en respuesta al sustrato. Las mediciones se realizaron a los 45 y 60 días después del trasplante.

2.9.2 Número de folíolos

Se contabilizó manualmente el total de folíolos verdaderos presentes en cada planta, considerando únicamente los folíolos completamente expandidos. Esta variable refleja la capacidad fotosintética potencial de la planta, ya que un mayor número de folíolos usualmente implica una mayor área foliar y, por consiguiente, un mejor desarrollo vegetativo. La medición se efectuó a los 45 y 60 días después del trasplante.

2.9.3 Diámetro del tallo (mm)

Se determinó utilizando un calibrador vernier digital, a una altura de 5 cm sobre el cuello de la raíz. Esta variable es un indicador de robustez estructural y se correlaciona con la salud general de la planta y su capacidad de sostén. Se tomaron datos a los 45 y 60 días después del trasplante.

2.9.4 Contenido relativo de clorofila

Se midió con el equipo SPAD-502, colocándolo sobre la tercera hoja desde la base de la planta. Este equipo permite determinar la cantidad relativa de clorofila sin dañar la hoja, y los valores obtenidos reflejan el estado nutricional de la planta, particularmente el contenido de nitrógeno (**González et al, 2009**). La medición se realizó a los 45 y 60 días después del trasplante.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la presente investigación, correspondientes a las dos tomas de datos efectuadas: la primera a los 45 días después del trasplante (DDT) y la segunda a los 60 días DDT. Para cada variable se exhibe el análisis de varianza (ADEVA) y, cuando se detectaron diferencias significativas, la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad. La discusión incorpora la confrontación de los resultados con investigaciones previas en cultivos similares.

3.1.1. Altura de planta

Tabla 5

Prueba de Tukey al 5 % para la variable altura de planta a los 45 y 60 días

Tratamientos	Medias (cm)		Rango Tukey	
	45 días	60 días	45 días	60 días
T1 (Turba comercial)	8,84	21,27	A	A
T2 (Hojarasca)	8,57	19,19	A	AB
T3 (MO + CA + TN)	8,53	18,28	A	BC
T4 (Tierra de la zona)	7,30	15,80	B	C

A los 45 días la prueba de Tukey al 5 % detectó la presencia de dos rangos de significación. En el rango "A" se ubicaron los tratamientos T1, T2 y T3, con medias que oscilaron entre 8,53 y 8,84 cm, (Tabla 5) evidenciando un comportamiento estadísticamente similar entre estos tres sustratos. En el rango "B" se ubicó el

tratamiento T4, con una media de 7,30 cm, presentando un crecimiento inferior y estadísticamente diferente al resto de tratamientos.

La respuesta obtenida en los tratamientos evaluados coincide con lo reportado por **Pilco (2023)**, quien al analizar diferentes sustratos en la adaptación al trasplante de mora de Castilla evidenció un mejor comportamiento en aquellos elaborados a base de turba comercial y mezclas orgánicas. Este autor atribuye dichos resultados a la mayor capacidad de retención de humedad y a la liberación progresiva de nutrientes que estos materiales aportan al sistema radicular durante las etapas iniciales de establecimiento del cultivo. De igual manera, Toscano menciona que los sustratos enriquecidos con materia orgánica favorecen la aireación radicular, permitiendo una mayor absorción de agua y nutrientes, lo que se refleja directamente en un crecimiento vegetativo más vigoroso y uniforme de las plantas.

El comportamiento inferior del tratamiento testigo (T4) se explica por las limitaciones físicas y químicas de la tierra de la zona en estado natural, la cual presenta menor porosidad, menor capacidad de retención de humedad y un aporte nutricional restringido, condiciones que limitan el desarrollo inicial de las plantas. **Salguero (2018)** reporta resultados similares, señalando que el uso de suelo agrícola sin enmiendas como sustrato único genera plántulas con menor vigor frente a sustratos enriquecidos con materiales orgánicos.

La prueba de Tukey al 5 % a los 60 días detectó tres rangos de significación claramente diferenciados, lo que evidencia una mayor diferenciación entre tratamientos en comparación con la evaluación a los 45 días. En el rango "A" se ubicó el tratamiento T1, con una media superior de 21,27 cm. En el rango intermedio "A B" se ubicó el tratamiento T2, con 19,19 cm. El tratamiento T3 presentó una media de 18,23 cm, ubicándose en el rango "B C", mientras que el tratamiento T4 registró la menor media con 15,80 cm, ubicándose en el rango "C", siendo estadísticamente inferior a los tratamientos T1 y T2 (Tabla 5).

El comportamiento superior del tratamiento T1 se explica por las propiedades físicas y químicas excepcionales de este material, ampliamente reconocido como el

sustrato de referencia en horticultura. La turba comercial presenta una porosidad superior al 85 %, elevada capacidad de retención de agua (superior al 60 % de su volumen), pH ligeramente ácido y una capacidad de intercambio catiónico elevada, condiciones que favorecen el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes. Estos resultados coinciden con los reportados por **Pilco (2023)**, quien, al evaluar diferentes sustratos en la adaptación al trasplante de plantas de mora de Castilla obtenidas por semilla, registró el mejor crecimiento en altura cuando se utilizó turba como sustrato base.

Por su parte, el incremento de la altura en el tratamiento T2 se relaciona con su elevado contenido de materia orgánica parcialmente descompuesta, la cual aporta nutrientes de manera gradual y mejora la estructura del medio radicular. **Salguero (2018)** reporta resultados similares al evaluar sustratos con base en materiales orgánicos de páramo, evidenciando que estos materiales generan respuestas favorables en variables de crecimiento vegetativo en cultivos del género *Rubus*.

El menor crecimiento del tratamiento testigo (T4) se atribuye a las limitaciones físicas y nutricionales del suelo de la zona en estado natural, condición que también ha sido reportada por **Casco (2013)** en evaluaciones de mora de Castilla bajo distintos sustratos.

3.1.2 Diámetro del tallo

Tabla 6

Prueba de Tukey al 5 % para la variable diámetro del tallo a los 45 y 60 días

Tratamientos	Medias (mm)		Rango Tukey	
	45 días	60 días	45 días	60 días
T3 (MO + CA + TN)	2,23	3,00	A	A
T1 (Turba comercial)	2,20	2,86	A	AB
T2 (Hojarasca)	1,99	2,85	A	AB
T4 (Tierra de la zona)	1,76	2,58	A	B

La prueba de Tukey al 5 % ubicó a todos los tratamientos en un único rango de significación (A), confirmando la homogeneidad estadística entre sustratos para esta variable a los 45 días. Sin embargo, desde el punto de vista numérico, el tratamiento T3 presentó el mayor valor con 2,23 mm, seguido muy de cerca por T1 con 2,20 mm. El testigo (T4) presentó la menor media con 1,76 mm, (Tabla 6) lo que representa una reducción aproximada del 21 % respecto al mejor tratamiento.

La ausencia de diferencias estadísticas significativas a los 45 días después del trasplante puede atribuirse a que el diámetro del tallo es una variable de respuesta lenta, que requiere mayor tiempo para evidenciar el efecto de los sustratos sobre el crecimiento de las plantas. **Caballero et al. (2020)** señalan que el diámetro del tallo constituye un parámetro relevante por estar asociado al vigor de la plántula, expresado en mayor resistencia y capacidad de soporte al ser trasplantada al campo definitivo.

A los 60 días la prueba de Tukey al 5 %, el tratamiento T3 se ubicó en el rango "A" con la mayor media (3,00 mm), mientras que los tratamientos T2 con 2,86 mm y T1 con 2,85 mm presentaron valores prácticamente idénticos, ubicándose en el rango intermedio "A B". El testigo (T4), con 2,58 mm, se ubicó en el rango "B" (Tabla 6).

El incremento del diámetro del tallo en los tratamientos con sustratos orgánicos refleja una mejor robustez estructural de las plantas, característica deseable para garantizar la supervivencia y el establecimiento en el campo definitivo. **Caballero, Salinas et al. (2020)** destacan que un mayor diámetro del tallo se asocia con plántulas más vigorosas, con mejor capacidad de soporte y mayor resistencia al estrés mecánico durante las prácticas de manejo pos cultivo. **Masabanda (2023)** reporta que las plantas establecidas en sustratos enriquecidos con materia orgánica presentan un engrosamiento más rápido del tallo, debido a la mejor disponibilidad de nutrientes como potasio y calcio, elementos directamente involucrados en la formación de tejidos estructurales.

3.1.3 Número de folíolos

Tabla 7

Prueba de Tukey al 5 % para la variable número de folíolos a los 45 y 60 días

Tratamientos	Medias		Rango Tukey	
	45 días	60 días	45 días	60 días
T1 (Turba comercial)	14,67	26,33	A	A
T3 (MO + CA + TN)	14,53	25,93	A	A
T2 (Hojarasca)	14,07	26,67	A	A
T4 (Tierra de la zona)	11,80	21,13	B	B

La prueba de Tukey detectó dos rangos de significación claramente diferenciados. En el rango "A" se ubicaron los tratamientos T1, T3 y T2, con medias muy similares que oscilaron entre 14,67 y 14,07 folíolos por planta. (Tabla 7) En el rango "B" se ubicó únicamente el tratamiento T4, con 11,80 folíolos en promedio, evidenciando un comportamiento significativamente inferior.

El mayor número de folíolos en los tratamientos con sustratos orgánicos y combinados se atribuye a la mejora de las condiciones físicas y químicas del medio de crecimiento, lo que estimula la actividad meristemática y favorece el desarrollo de yemas axilares. **Masabanda (2023)** reporta que la incorporación de materia orgánica en el manejo del cultivo de mora de Castilla incrementa significativamente la emisión de folíolos vegetativos. **Delgado (2012)** señala que los materiales orgánicos en los sustratos favorecen la actividad biológica que estimula la respuesta vegetativa de la planta durante las primeras etapas posteriores al trasplante.

La prueba de Tukey al 5 % a los 60 días reveló dos rangos de significación. En el rango "A" se ubicaron los tratamientos T2 con 26,67 folíolos, T1 con 26,33 folíolos y T3 con 25,93 folíolos (Tabla 7) presentando un comportamiento estadísticamente similar entre ellos. El tratamiento T4, con 21,13 folíolos, se ubicó únicamente en el rango "B" siendo estadísticamente diferente y representando una reducción del 21 % en el número de folíolos respecto a los mejores tratamientos.

Es importante destacar que, en comparación con la evaluación a los 45 días, el tratamiento T2 pasó a ocupar la primera posición en términos numéricos, lo que sugiere que este sustrato presenta una respuesta acumulativa positiva en la emisión de folíolos con el avance del tiempo, fenómeno relacionado con la liberación gradual de nutrientes producto de la descomposición progresiva de la hojarasca. **Delgado (2012)** explica que los materiales orgánicos de origen forestal, como la hojarasca, presentan una mineralización lenta pero constante, que provee nutrientes a la planta de forma sostenida durante períodos prolongados. **Mazabanda (2023)** confirma que el aporte continuo de materia orgánica en el cultivo de mora de Castilla incrementa significativamente la emisión de folíolos vegetativos durante toda la fase de establecimiento.

3.1.4 Contenido de clorofila

Tabla 8

Prueba de Tukey al 5 % para la variable contenido de clorofila a los 45 y 60 días

Tratamientos	Medias (spad)		Rango Tukey	
	45 días	60 días	45 días	60 días
T1 (Turba comercial)	33,42	28,45	A	A
T2 (Hojarasca)	31,50	27,26	A B	A
T3 (MO + CA + TN)	29,87	25,48	A B	A
T4 (Tierra de la zona)	27,13	27,27	B	A

La prueba de Tukey al 5 % identificó dos rangos de significación con superposición intermedia. El tratamiento T1 se ubicó únicamente en el rango "A", con la mayor media de 33,42 como contenido de clorofila. Los tratamientos T2 con 31,50 como contenido de clorofila y T3 con 29,87 de clorofila se ubicaron en un rango intermedio "A B", siendo estadísticamente similares tanto al tratamiento superior como al inferior. El tratamiento T4, con 27,13 de clorofila, se ubicó únicamente en el rango "B" presentando el menor valor de clorofila (Tabla 8).

El mayor contenido de clorofila registrado en el tratamiento T1 evidencia un mejor estado fisiológico de las plantas durante la etapa inicial de desarrollo,

favoreciendo una mayor capacidad fotosintética y producción, necesarios para el crecimiento vegetativo. Esta respuesta puede atribuirse a las mejores propiedades físicas y nutricionales del sustrato. En este sentido, **Rizo (2023)** señala que un mayor contenido de clorofila está relacionado con una mayor actividad fotosintética y un mejor desarrollo inicial de las plantas.

Fernández Pineda (2015) reporta que las diferentes proporciones y tipos de sustratos influyen significativamente en el contenido de clorofila de las plántulas durante la etapa de adaptación al trasplante. Estos resultados concuerdan con lo observado en la presente investigación, donde los tratamientos con sustratos orgánicos, especialmente la turba comercial, favorecieron un mayor contenido de clorofila en comparación con el tratamiento testigo.

La prueba de Tukey al 5 % a los 60 días ubicó a todos los tratamientos en un único rango de significación (A), confirmando que el contenido relativo de clorofila no se vio influenciado por el tipo de sustrato. Los valores oscilaron entre 25,48 y 28,45 unidades SPAD, con el tratamiento T1 presentando el mayor valor numérico y el tratamiento T3 el menor (Tabla 8).

La ausencia de diferencias significativas en el contenido de clorofila puede explicarse porque esta variable se encuentra fuertemente regulada por factores intrínsecos a la planta, como la genética y el estado fisiológico general, así como por factores ambientales (intensidad lumínica, temperatura, disponibilidad hídrica) que actuaron de manera uniforme sobre todos los tratamientos. Adicionalmente, las plantas presentaron un estado nutricional adecuado en todos los sustratos, lo que se refleja en valores SPAD relativamente homogéneos.

González., et al (2009) señalan que los valores SPAD reflejan principalmente el contenido de nitrógeno foliar, y que las diferencias significativas en esta variable suelen presentarse cuando existen condiciones de deficiencia nutricional o estrés severo, lo cual no se evidenció en el presente ensayo. Resultados similares fueron reportados por **Pilco (2023)**, quien tampoco encontró diferencias significativas en el contenido de clorofila al evaluar diferentes sustratos en mora de Castilla, atribuyendo

esta respuesta a la capacidad de la planta para mantener su actividad fotosintética en condiciones nutricionales adecuadas.

Cabe destacar que, si bien estadísticamente no se evidenciaron diferencias, el comportamiento numérico ligeramente superior del tratamiento T1 coincide con el mejor desempeño general observado para esta unidad experimental en las demás variables evaluadas, sugiriendo que las condiciones ofrecidas por la turba favorecen el conjunto de procesos fisiológicos de la planta de mora de Castilla durante la fase de adaptación al trasplante.

3.2 Verificación de hipótesis

Considerando los resultados obtenidos del análisis de varianza (ADEVA) y de la prueba de Tukey al 5 % para las variables evaluadas, se procedió a la verificación estadística de las hipótesis planteadas.

En las variables altura de planta (a los 45 y 60 días), número de folíolos (a los 45 y 60 días), contenido relativo de clorofila (a los 45 días) y diámetro del tallo (a los 60 días), el análisis estadístico evidenció diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de Tukey al 5 % corroboró estas diferencias, identificando rangos de significación que permitieron diferenciar el comportamiento de los sustratos evaluados, destacándose principalmente la turba comercial (T1) frente al tratamiento testigo (T4).

En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H_0), que establecía que los diferentes tipos de sustrato no influyen significativamente en el crecimiento y desarrollo de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.), y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), que sostiene que al menos uno de los tipos de sustrato influye significativamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas, evidenciándose diferencias estadísticas en varias de las variables evaluadas.

Únicamente en la variable contenido relativo de clorofila a los 60 días y diámetro del tallo a los 45 días no se detectaron diferencias significativas entre

tratamientos. Sin embargo, estos resultados no afectan la aceptación de la hipótesis alternativa, ya que el rechazo de H_0 se fundamenta en las diferencias estadísticas observadas en la mayoría de las variables de crecimiento y desarrollo analizadas.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

En la evaluación de los cuatro sustratos para el trasplante de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.), el tratamiento T1 (turba comercial 100 %) se estableció como el mejor sustrato, al presentar los mayores valores en las variables de crecimiento evaluadas, tales como altura de planta, diámetro de tallo y número de folíolos. Estos resultados evidencian una mejor adaptación y desarrollo inicial de las plantas después del trasplante, atribuida a las adecuadas propiedades físicas, químicas y biológicas de la turba como medio de crecimiento.

Las características agronómicas de la mora de Castilla estuvieron influenciadas por el tipo de sustrato utilizado, observándose diferencias significativas en la mayoría de las variables morfológicas evaluadas. Los tratamientos T2 y T3 mostraron un comportamiento favorable y similar al tratamiento T1 en varias variables de crecimiento, constituyéndose en alternativas viables para la producción de plantas. Por su parte, el contenido relativo de clorofila no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, indicando un adecuado estado fisiológico y nutricional de las plantas durante el período de evaluación.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda continuar evaluando diferentes materiales orgánicos como sustratos para el trasplante de mora de Castilla, considerando sus propiedades físicas y químicas, con el fin de identificar alternativas que favorezcan el crecimiento y desarrollo inicial de las plantas y que, además, sean accesibles para los productores de la zona.

Realizar estudios complementarios que permitan evaluar el comportamiento agronómico de las plantas de mora de Castilla después del trasplante definitivo al campo, con el propósito de determinar si las diferencias observadas durante la fase de trasplante se reflejan en el crecimiento, adaptación y productividad del cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano, A. (2022). *Evaluación de tres dosis de fertiriego y tres dosis de materia orgánica en el cultivo de mora (Rubus glaucus Benth) TUNSHI-CER*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/ca78983e-3928-4248-9dbd-ad03ce675cc5/content>
- Andrade, A., Gómez, L., Torres, Y., & Aguilera-Arango, G. A. (2021). Evaluación de medios de cultivo para el establecimiento, multiplicación y enraizamiento *in vitro* de mora (*Rubus glaucus* Benth.). *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 37(2), 117–127. <https://doi.org/10.29393/CHJAAS37-14EMAG40014>
- Barrera Mosquera, V., Alwang, J., Andrango, G., Domínguez, J., Escudero, L., & Martínez, A. (2017). *Tipificación de los productores de mora de Ecuador para optimizar sus estrategias de medios de vida*. Ministerio de Agricultura y Ganadería; Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. <https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/b1ceeb78-add1-4530-a8d3-61dd62e5a046/content>
- Casco, D. (2013). Evaluación del desarrollo de estacas de mora de castilla (*Rubus glaucus* b) con tres tipos de sustratos en las cuatro fases lunares en el cantón chillanes. Universidad Estatal de Bolívar. <https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/805d7322-7649-4d03-b98c-f05f894c373f/content>
- Cevallos, A. (2020). *Manejo agronómico del cultivo de mora de castilla (Rubus glaucus)*. Universidad Agraria del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CEVALLOS%20BERMEO%20LUIS%20ALBERTO.pdf>
- Delgado, F. (2012). *Manejo orgánico del cultivo de mora (Rubus sp.)* [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. <https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/eb6d0bac-1252-4b99-a804-6817479fab73/content>

- Francisco, D. (2012). *Manejo orgánico del cultivo de mora*. Universidad de Cuenca.
<https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/eb6d0bac-1252-4b99-a804-6817479fab73/content>
- Franco, G., & Giraldo, J. (2010). *El cultivo de la mora. Manual de Asistencia Técnica*.
<https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/d4efal23-d18a-4b04-98ed-4bfeeb7afba7/content>
- Franco, G., Aguilera-Arango, G. A., Rodríguez, M. V., Estrada, J. H., & Morales, J. G. (2020). *Tecnología para el cultivo de la mora (Rubus glaucus Benth.)*. Agrosavia.
- Galarza, D., Garcés, S., Velásquez, J., Sánchez Arizo, V. H., & Zambrano Mendoza, J. L. (2016). *El cultivo de la mora en el Ecuador*. INIAP.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/f35d64e7-11c8-4372-af26-7d1cacee453c/content>
- Greenhas, G. (2022). *La importancia de un enraizamiento rápido y oportuno después del trasplante*. <https://www.greenhasgroup.com/es/technical-advice/la-importancia-de-un-enraizamiento-rapido-y-oportuno-despues-del-trasplante/>
- Gonzales, A., & Delgado, J. (2009). *Calibración del SPAD-502 para evaluar requerimientos de nitrógeno en maíz forrajero*. Redalyc.
<https://www.redalyc.org/pdf/573/57313040004.pdf>
- Google. (2026). *Google Earth Pro* [Imagen satelital de Pelileo, Tungurahua, Ecuador].
<https://earth.google.com/>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación (Sexta)*. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A.
- Industria Química. (2022). *La importancia del sustrato para los cultivos*.
<https://www.industriaquimica.es/noticias/20220722/importancia-sustrato-cultivos>
- Infoagro. (s. f.). *Tipos de sustratos de cultivo*. Infoagro Systems.
https://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.asp
- Jardinería On. (2024). *Por qué es importante trasplantar plantas*.
<https://www.jardineriaon.com/por-que-es-importante-trasplantar-plantas.html>
- Jiménez, C. (2018). *Evaluación de sustratos orgánicos con la aplicación de Trichotic para la obtención de plantas de mora (Rubus glaucus Benth)* (Tesis de grado,

- Universidad Técnica de Ambato). Repositorio Institucional UTA.
<https://repositorio.uta.edu.ec/items/c9bfe22a-a224-4630-87b3-0145cbdea210a57e-53af3b9d64a2/content>
- López, C., Jiménez, E., y Méndez, R. (2023). *Cascarilla de arroz y residuos forestales como componentes de medios de crecimiento para plántulas frutales*. Revista Iberoamericana de Ciencias Agrarias
- Lozada, I. (2021). *La importancia de los sustratos*. AliBio Home.
<https://www.alibiohome.com/blogs/noticias/la-importancia-de-los-sustratos>
- Martínez, A., Villacís, L. R., Viera-Arroyo, W., Jácome, R., Sotomayor, A., Viteri, P., & Vásquez, W. (2019). Evaluación de nuevas tecnologías de producción limpia de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en la zona andina de Ecuador, para un buen vivir de los fruticultores. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 7(1), 63–70. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2019.070100063>
- Mazabanda, E. (2023). *Evaluación de la productividad en el cultivo de mora (Rubus glaucus Benth) mediante la aplicación de abonos orgánicos en Santa Rosa-Tungurahua* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/38231>
- Pilco, J. (2023). *Evaluación de diferentes sustratos en la adaptación al trasplante de plantas de mora de castilla (Rubus glaucus Benth) obtenidas por semilla* (Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato). Repositorio Institucional UTA.
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3219d316-538b-4635-970b-d96bf0fe5374/content>
- Salguero, A. (2018). *Efecto de diferentes tipos de sustratos y contenedores en el desarrollo del cultivo de mora (Rubus glaucus Benth)* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional UTA.
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c74bf426-e088-4c06-8266-46df2216f29e/content>
- Sánchez, F. (2018). *Evaluación de sustratos orgánicos con la aplicación de Trichotic para la obtención de plantas de mora (Rubus glaucus Benth)* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional UTA.
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c17bb7b6-6e29-4b14-a57e-53af3b9d64a2/content>

- Toscano, J. (2022). *Evaluación de diferentes proporciones de sustratos en el crecimiento de plántulas de uvilla (Physalis peruviana)* (Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato). Repositorio Institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/fe91047f-b165-42c7-9ecf-0a7b41d4f47d/content>
- Vaca, I. (2013). Evaluación de tres niveles de nitrógeno en medio cultivo, en las fases de enraizamiento in vitro y adaptación a sustrato de *Rubus glaucus* (Benth.). *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 18(2). <https://doi.org/10.17163/lgr.n18.2013.04>
- Velasco, J. (2021). *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* (Tesis de grado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi). Repositorio Institucional UPEC. <https://repositorio.upec.edu.ec/server/api/core/bitstreams/eeee2b01-70a1-40ee-9b82-ebd4946d48d8/content>
- Viteri, P., Vásquez, W., Viera, W., Sotomayor, A., & Mejía, P. (2016). *Ecología para el desarrollo y crecimiento de la mora*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4051>
- Weather Spark. (s. f.). *Tiempo promedio en el invierno en Pelileo, Ecuador*. <https://www.accuweather.com/es/ec/pelileo/126323/satellite/126323>
- Zúñiga, M. (2016). *Caracterización edáfica de los suelos del cantón Pelileo*. Estudio técnico, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pelileo.

ANEXOS

Tabla 1

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable altura de planta a los 45 días después del trasplante

F. V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	5,20	11				
Bloque	0,26	2	0,13	1,08 ns	5,14	10,92
Tratamientos	4,25	3	1,42	11,83 **	4,76	9,78
Error	0,69	6	0,12			

** = altamente significativo ($p < 0,01$); ns = no significativo. CV = 4,18 %.

Tabla 2

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable altura de planta a los 60 días

F. V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	55,01	11				
Bloque	1,88	2	0,94	0,84 ns	5,14	10,92
Tratamientos	46,39	3	15,46	13,80 **	4,76	9,78
Error	6,74	6	1,12			

** = altamente significativo ($p < 0,01$); ns = no significativo. CV = 5,68 %.

Tabla 3

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable diámetro del tallo a los 45 días

F. V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	0,58	11				
Bloque	0,00	2	0,00	0,00 ns	5,14	10,92
Tratamientos	0,43	3	0,14	4,67 ns	4,76	9,78
Error	0,15	6	0,03			

ns = no significativo. CV = 8,52 %.

Tabla 4

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable diámetro del tallo a los 60 días

F. V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	0,33	11				
Bloque	0,00	2	0,00	0,00 ns	5,14	10,92
Tratamientos	0,28	3	0,09	9,00 *	4,76	9,78
Error	0,05	6	0,01			

** = significativo ($p < 0,05$); ns = no significativo. CV = 5,42 %.*

Tabla 5

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable número de foliolos a los 45 días

F. V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	18,55	11				
Bloque	0,89	2	0,45	1,67 ns	5,14	10,92
Tratamientos	16,07	3	5,36	19,85 **	4,76	9,78
Error	1,59	6	0,27			

*** = altamente significativo ($p < 0,01$); ns = no significativo. CV = 3,79 %.*

Tabla 6

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable número de foliolos los 60 días

F. V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	67,48	11				
Bloque	0,65	2	0,33	0,35 ns	5,14	10,92
Tratamientos	61,13	3	20,38	21,45 **	4,76	9,78
Error	5,70	6	0,95			

*** = altamente significativo ($p < 0,01$); ns = no significativo. CV = 3,86 %.*

Tabla 7

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable contenido de clorofila a los 45 días

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	89,54	11				
Bloque	4,71	2	2,36	0,68 ns	5,14	10,92
Tratamientos	63,97	3	21,32	6,13 *	4,76	9,78
Error	20,86	6	3,48			

* = significativo ($p < 0,05$); ns = no significativo. CV = 6,12 %.

Tabla 8

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable contenido de clorofila a los 60 días

F. V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	38,48	11				
Bloque	4,20	2	2,10	0,63 ns	5,14	10,92
Tratamientos	14,40	3	4,80	1,45 ns	4,76	9,78
Error	19,88	6	3,31			

ns = no significativo. CV = 6,67 %.

Imagen 1 adquisición de las plantas

Imagen 2 preparación de sustratos y siembra de las plantas



Imagen 3 Toma de datos a los 45 días despues del trasplante





Imagen 4 Toma de datos a los 60 días despues del tranplante

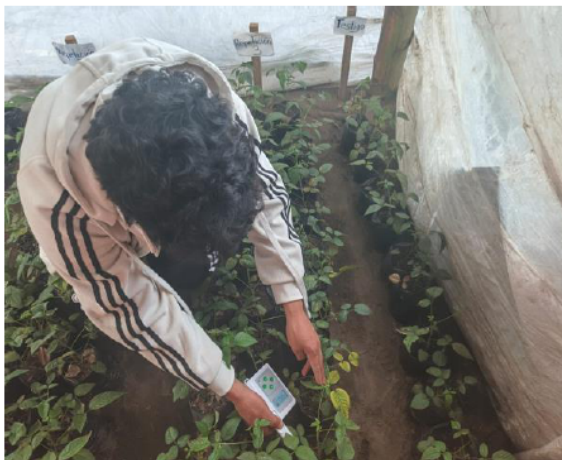


Imagen 5 Fotos del cultivo

