



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA



“EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS EN LA ADAPTACIÓN AL TRASPLANTE DE PLANTAS DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth) OBTENIDAS POR SEMILLA”.

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

AUTOR

JONATHAN DAVID PILCO QUISPE

TUTOR

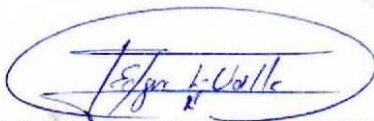
ING. EDGAR LUCIANO VALLE VELÁSTEGUI, Mg

CEVALLOS –ECUADOR

2023

**“EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS EN LA
ADAPTACIÓN AL TRASPLANTE DE PLANTAS DE MORA DE
CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth)OBTENIDAS POR SEMILLA”.**

REVISADO Y APROBADO POR:



Ing. Edgar Luciano Valle Velástegui, Mg

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

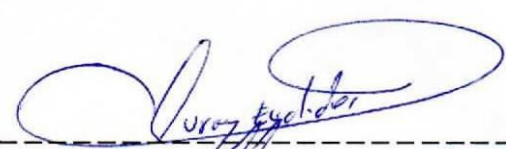
FECHA:

30/08/2023



Ing. Oscar Patricio Núñez Torres, PhD.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Segundo Curay, Mg

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

30/08/2023



Ing. Jorge Dobronski Arcos, Mg

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

30/08/2023

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo **Jonathan David Pilco Quispe**, portador de la cédula de identidad número 1850030618, libre y voluntario declaro que el informe final del proyecto de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS EN LA ADAPTACIÓN AL TRASPLANTE DE PLANTAS DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth) OBTENIDAS POR SEMILLA”**, es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indica las fuentes de información consultados.

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal dashed line. The signature is cursive and appears to read 'Jonathan Pilco'.


Jonathan David Pilco Quispe

DERECHO DE AUTOR

Al presente este informe final del proyecto de investigación titulado “EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS EN LA ADAPTACIÓN AL TRASPLANTE DE PLANTAS DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth) OBTENIDAS POR SEMILLA” como 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 parte de él.



Jonathan David Pilco Quispe

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y la salud, a mi madre Gloria Quispe, a mi tío Carlos Quispe y a mi tía Asunción Pinto; ya que, en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver logrado alcanzar una de mis metas, siempre me han brindado la fortaleza necesaria para seguir adelante.

Dedico este título a las personas quienes me han brindado su apoyo moral, en especial a mi hermano Ing. Christian Pilco, por haberme aconsejado en perseverar y nunca rendirme.

A todos los mencionados y a personas cercanas, espero no defraúdales y contar siempre con su valioso apoyo, sincero y condicional.

JONATHAN

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la vida, la salud y por todas las bendiciones otorgadas que me permitió culminar esta etapa importante de mi vida.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Agronomía mis más sinceros agradecimientos a todas las autoridades y personal administrativo, por brindar todas las facilidades necesarias durante todo el proceso de formación profesional.

Mi más sincero agradecimiento a mi Tutor Ing. Mg. Luciano Valle, por el conocimiento impartido, durante mi vida universitaria y acertadas sugerencias en la investigación, de igual manera a los Ing. Segundo Curay, Ing Jorge Dobronski y Ing. Alberto Gutiérrez por las enseñanzas y paciencia para la elaboración de este proyecto de investigación.

JONATHAN

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	ii
DERECHO DE AUTOR.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiii
SUMMARY	xiv
B. CONTENIDOS	1
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes de la investigación.....	3
1.1.1 Sustratos orgánicos	5
1.1.2. Propiedades físicas de los sustratos orgánicos.....	6
1.1.2.1 Estructura	6
1.1.2.2 Granulometría	6
1.1.2.3 Peso específico aparente	6
1.1.2.4 Porosidad.....	7
1.1.3. Propiedades químicas de los sustratos orgánicos.....	7
1.1.3.1 Cesión de iones a la solución nutritiva.....	7

1.1.3.2 Retención de iones de las soluciones nutritivas.	7
1.1.4. Propiedades biológicas de los sustratos orgánicos.....	9
1.1.4.1. Velocidad de descomposición.....	9
1.1.4.2. Ventajas y desventajas de los sustratos orgánicos	9
1.1.5 Propagación por semillas de moras.....	11
1.2. Objetivos	12
1.2.1 Objetivo general	12
1.2.2 Objetivo específico.....	12
CAPÍTULO II	13
METODOLOGÍA	13
2.1. Ubicación del experimento.....	13
2.2. Caracterización del lugar	13
2.2.1. Suelo	13
2.2.2. Agua	14
2.3. Equipos y materiales.....	14
2.3.1 Equipos	14
2.3.2 Materiales.....	14
2.2.3 Material de oficinas.....	14
2.4. Tratamiento	15
2.5. Características de las unidades experimentales para evaluar el ensayo	15
2.6. Diseño experimental.....	17
2.7. Análisis estadístico.....	17

2.8. Hipótesis.....	17
2.9. Manejo del experimento.....	17
2.9.1. Adecuación del ensayo.....	17
2.9.2. Elaboración de los sustratos.....	18
2.9.2.1. Obtención del humus de lombriz.....	18
2.9.2.2. Obtención del compost.....	18
2.9.2.3. Recolección de la tierra de la zona (Huachi- Grande).....	19
2.9.3. Desinfección de los sustratos.....	19
2.9.4. Preparación de sustratos.....	20
2.9.5. Características físicas e hídricas de los sustratos.....	21
2.9.5.1. Densidad.....	22
2.9.5.2. Peso específico aparente (Pea).....	22
2.9.5.3. Porosidad en (%).....	23
2.9.5.4. Capacidad de campo en (%).....	24
2.9.5.5. Agua disponible.....	25
2.9.5.6. Eficiencias de la frecuencia del riego.....	25
2.9.6. Llenado de vasos con sustrato.....	25
2.9.7. Colocación de las plántulas en los vasos.....	25
2.9.8. Fertilización.....	25
2.2 Variables respuestas.....	26
2.2.1 Altura de planta.....	26
2.2.2 Diámetro del tallo.....	27
2.2.3 Longitud de la raíz.....	27

2.2.4 Volumen de la raíz	27
2.2.5 Porcentaje de prendimiento	27
CAPÍTULO III.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1. Análisis y discusiones de los resultados	28
3.1.1. Altura de la planta (AP)	28
3.1.2 Diámetro del tallo (mm).....	29
3.1.3 Longitud de la raíz (cm).....	30
3.1.4 Volumen de la raíz (cc).....	31
3.1.5 Porcentaje de prendimiento (%).....	32
3.2 Verificación de la hipótesis	34
CAPÍTULO IV	35
1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
1.1 Conclusiones	35
1.2 Recomendaciones.....	36
C. MATERIAL DE REFERENCIA.....	37
Bibliografía.....	37
Anexos.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Descripción	Página
Tabla 1. Condiciones meteorológicas de la zona	14
Tabla 2. Memoria técnica del trabajo de campo.....	16
Anexo 9. Datos variable altura de planta (cm) 60 días.	43
Anexo 10. Datos variable diámetro de planta (m.m) 60 días.....	43
Anexo 11. Datos variable longitud de la raíz (cm) 60 días.....	43
Anexo 13. Datos variable porcentaje de prendimiento (%) 60 días.....	43
Anexo 15. Agua disponible de los sustratos evaluados.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Descripción	Página
Figura 1. Diseño y dimensión del área de investigación.....	16
Figura 2. Anillo.....	21
Figura 3. <i>Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable altura de la planta a los 60 días</i>	27
Figura 4. <i>Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable longitud de la raíz a los 60 días</i>	29
Figura 5. <i>Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable volumen de la raíz a los 60 días</i>	31
Figura 6. <i>Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable porcentaje de prendimiento a los 60 días</i>	32
Anexo 1. Bandejas germinadoras de plantas de mora de Castilla de 4 meses (<i>Rubus glaucus</i> Benth).....	41
Anexo 2. Desinfección y tamizado de los sustratos por el método de solarización.....	41
Anexo 3. Trabajo de campo trasplante de las plantas de mora de Castilla a los vasos con sustrato (<i>Rubus glaucus</i> Benth).	41
Anexo 4. Trabajo de campo aplicación del producto de la investigación. 41	
Anexo 5. Levantamiento de datos altura de planta y diámetro de planta y tutorado de la planta.....	42
Anexo 6. Levantamiento de datos longitud de la raíz.....	42
Anexo 7. Levantamiento de datos volumen de la raíz (cc).	42

Anexo 8. Levantamiento de datos porcentaje de prendimiento, culminación del ensayo.....	43
Anexo 9. Datos variable altura de planta (cm).....	43
Anexo 10. Datos variable diámetro de planta (m.m)	43
Anexo 11. Datos variable longitud de la raíz (cm) 60 días.....	43
Anexo 12. Datos variable volumen de la raíz (cc)	44
Anexo 13. Datos variable porcentaje de prendimiento (%)	44
Anexo 15. Agua disponible de los sustratos evaluados	45

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación se enfocó en la búsqueda de nueva metodología al uso de diferentes sustratos que contengan propiedades físicas y químicas adaptables para lograr mayor cantidad de plantas con menor mortalidad al trasplante de plantas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) obtenidas por semilla, a su vez los resultados presentan alternativas a los agricultores y viveristas de moras con el fin de generar alternativas en la producción de mora. El diseño experimental que se empleó fue de Bloques Completamente al Azar (B.C.A), con cuatro repeticiones. Se realizó análisis de varianza y prueba de Tukey al 5%. La toma de datos se realizó cada 15 días durante 60 días.

Para la variable altura de planta el tratamiento que sobresalió fue T4 suelo: franco arenoso con un valor de 3,73cm. Por otro lado en las variables longitud de la raíz y volumen de la raíz el mejor tratamiento fue T3 compost 40% + turba rubia 40% + pomina 20% permitió obtener un valor de longitud de 9,35 cm y un volumen de 1,19 cc esto se debe a la porosidad del sustrato con un porcentaje que llegó a 79.54%, que contribuyó al movimiento del agua y esto ayudó al crecimiento y penetración de raíces en el sustrato, mientras que en porcentaje de prendimiento los tratamientos con mayor adaptación fueron T4, con un valor de 56,75 %, seguido de T3, con un valor de 56,50 %.

Palabra clave: Mora de castilla, porcentaje de prendimiento, sustratos, propiedades físicas

SUMMARY

The present research work focuses on the search for a new methodology for the use of different substrates containing physical and chemical properties adaptable to achieve a greater number of plants with less mortality when transplanting blackberry plants (*Rubus glaucus* Benth) obtained by seed, and the results present alternatives to blackberry growers and nurserymen in order to generate alternatives in the production of blackberry. The experimental design used was a completely randomized block design (C.A.B.), with four replications. Analysis of variance and Tukey test at 5% were carried out. Data collection was carried out every 15 days for 60 days.

For the plant height variable, the treatment that stood out was T4: sandy loam soil with a value of 3.73 cm. On the other hand, for the variable root length and root volume, the treatment that stood out was T3 compost 40% + peat moss 40% + pomina 20%, which gave a length value of 9.35 cm and a volume of 1.19 cc, due to its porosity of 79.54%, contributing to the movement of water in the growth and penetration of roots in the substrate, while the treatments with the greatest adaptation were T4, with a value of 56.75%, followed by T3, with a value of 56.50%.

Keyword: Blackberry of Castilla, percentage of take root, substrates, physical properties.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) es originaria de las regiones andinas; como frutal perenne perteneciente al grupo de las bayas que contienen frutos pequeños, colores brillantes por sus pigmentos, hace que contengan capacidades antioxidantes, también contribuye con vitamina “C”, divido entre otras características, al aporte nutricional, cualidades culinarias de los frutos motiva su producción y comercialización (Martínez *et al.*, 2019).

Es un frutal de alta demanda para unos 15000 pequeños y medianos productores de la sierra ecuatoriana, contribuyendo de manera importante en la generación de recursos económicos mejorando el nivel de vida de los mismos, por tal razón el consumo de mora está incrementando (Viteri *et al.*, 2016).

En el Ecuador se desarrolla en clima templado existiendo aproximadamente 5000 ha cultivo de mora (*R. glaucus* Benth) con regiones de mayor producción encontrándose en las provincias de Tungurahua: Tisaleo, Quero, Píllaro, Baños, en la provincia de Bolívar: Chillanes y en las provincias de Imbabura, Cañar, Azuay, desde 200 hasta 2000 plantas en producción, quienes obtienen rendimientos promedios de 5t ha⁻¹/año (Jácome *et al.*, 2016).

Los sistemas de reproducción en el cultivo de mora, son tanto sexual como asexual, la reproducción por semillas es poco utilizada, aunque este método puede proporcionar más plantas que la reproducción vegetativa, y puede ser un método apropiado para prevenir enfermedades por la característica particular que tiene la semilla de mora, contribuyendo a la conservación de la especie (Viteri, 2016).

En la propagación asexual los problemas esenciales son: la diseminación de enfermedades internas de la planta madre, la pérdida de variabilidad genética (Raisman y González, 2008), bajas tasas de multiplicación y enraizamiento, a su vez tardan más tiempo para ser cultivadas en campo (Guerrón y Espinosa, 2014).

La propagación por semilla, ha sido poco utilizada por los agricultores y viveristas por el proceso germinativo lento y su baja adaptación en sustratos, los sustratos formulados con compostas y otros materiales, son considerados satisfactorios para la adaptación al trasplante de plantas de mora (Viteri *et al.*, 2016). Se propone que el uso de composta beneficie el desarrollo vegetal y permita reducir el uso de la turba de musgo (peat moss), debido a que este recurso se considera limitado en la naturaleza (Dastyaran, 2015).

El propósito que lleva a formular este presente estudio se fundamenta en la búsqueda de nueva metodología de un sustrato que contenga propiedades tanto físicas para la obtención de mayor cantidad de plantas con menor mortalidad al trasplante de plantas de mora de Castilla (*R. glaucus* Benth), obtenidas por semillas a su vez los resultados darán alternativas a los agricultores y viveristas de mora.

En la actualidad no existe información sobre los sustratos adecuados para el enraizamiento de plantas de mora de Castilla (*R. glaucus* Benth); también el agricultor para realizar la propagación de mora por semilla, no emplea sustratos ni tampoco la utilización de métodos de escarificación, teniendo como consecuencia baja propagación de la mora para campo abierto.

1.1 Antecedentes de la investigación

Los estudios sobre el uso de sustratos en la adaptación al trasplante de plantas de mora de Catilla obtenido por semilla son escasos, sin embargo, existe un volumende información relacionada con diferentes sustratos para la adaptación en fresa.

En Nicaragua se realizó un estudio titulado “Efecto de sustratos para el endurecimiento de vitroplantas de mora (*R. glaucus* Benth) variedad Risalda” con el uso de arena de río, también arena esterilizada + microorganismos, señalando que tanta arena esterilizada + *Trichoderma* + micorriza y arena esterilizada + *Trichoderma* permitió obtener un número de hojas, altura de la planta y porcentaje de prendimiento con valores favorables (Pérez, 2007).

Por otro lado en Costa Rica probaron concentraciones de AIB sobre el enraizamiento in vitro de mora (*R. glaucus Benth*), a partir de suelo, carbón vegetal y granza de arroz 3:1:1, por medio de un sistema de inmersión temporal, se evaluó el porcentaje de prendimiento y longitud de tallo presentando diferencias estadísticas durante la aclimatación, la longitud de raíz mostró ser estadísticamente igual, además no se mostró diferencia estadística en número de entrenudos durante la etapa de aclimatación a invernadero (Flores *et al.*, 2012).

En el estudio de agricultura urbana se evaluaron diferentes capacidades de contenedores:10 litros, 15 litros y 20 litros, los sustratos a partir de cascarilla de arroz, fibra de coco, composta y suelo agrícola con contenedor de 20 litros con una proporción 1:1:1:1 se apreció en mora una masa radicular, longitud radicular, altura de planta y área foliar, además que los demás tratamientos contribuyeron al crecimiento de la planta de mora (Salguero, 2018).

Para el estudio de enraizamiento de plantas de mora (*R. glaucus* Benth) por el método de acodo se evaluaron tres sustratos compost S1, humus de lombriz S2 y tierra de la zona S3 y tres dosis de Trichotic 2,4 y 6 g/l para obtener plantas de mora, se obtuvieron los siguientes resultados con humus de lombriz (S2) aplicando Trichotic 6g/l (D3) presentó mejores resultados de crecimiento de longitud de brote, volumen de sistema radicular y raíces secundaria reduciendo a 45 días al trasplante, sugiriendo que humus de lombriz es apropiado para la producción de acodos de mora de castillas (Sánchez, 2018).

En el ensayo de agricultura alternativa comprobaron diferentes combinaciones de sustratos y soluciones nutritivas en la producción de fresa (*fragaria x ananassa*) a partir de cascarilla de arroz, cascajo, kekkilla y fibra de coco se pudo apreciar que el tratamiento S2 M1 registro variables agronómicas con mayor volumen de raíz, volumen foliar y rendimiento favorable que en los demás tratamientos (Flores, 2018).

En Cuba se realizó experimentos con efectos de tipo de sustrato en el crecimiento de vitroplantas de morera asiática (*Morus alba* L) proveniente a fase de aclimatación a vivero, mencionando suelo 70%+ estiércol bovino 20%+ zeolita10%, obtuvo resultados favorables en longitud de raíz, número de hojas y tamaño de hojas (Espinosa- Reyes *et al.*, 2019).

En Perú, se llevó a cabo una investigación titulada “Efecto de sustratos en el desarrollo de plantines de fresa (*fragaria virginiana*)” se tomó en consideración sustratos con formulación de compost, arena, humus de lombriz, tierra agrícola y se pudo apreciar en longitud de hoja, altura de planta, diámetro de tallo y longitud de raíz se destacó compost 90% y 10% de arena obteniendo mejor desarrollo (Banch, Reyes, 2023).

1.1.1 Sustratos orgánicos

Los sustratos son materiales más empleados para la propagación de plantas, sirviendo para la retención de agua y nutrientes, también sirve como anclaje para el sistema radicular en las plantas colocados en contenedores, la característica que se busca de un sustrato es que sea liviano de hecho esto debe estar dado por los componentes que se usan y la proporción en la que se encuentra la mezcla para el enraizamiento de plántulas (López, 2022).

La lombricompost de la lombriz californiana (*Eisenia foetida*), mejora la estructura del sustrato, permitiendo aprovechar y transformar los residuos vegetales y animales aportando sustancias húmicas contribuyendo en el desarrollo de la planta, de este modo si el alimento es pobre, así será la calidad del producto final, de igual manera el sustrato es uno de los mejores, ya que contribuye con fertilización química (Sánchez, 2018).

De la misma forma el compost como sustrato y su descomposición biológica a partir de hojarasca y residuos vegetales contiene una adecuada humedad y temperatura en condiciones aeróbicas, permitiendo el desarrollo de altas temperaturas llegando a la fase termófila por esta razón que está libre de hongos y semillas de malezas, además proporciona nutrientes ricos en nitrógeno y carbono (Salguero, 2018).

Por otro lado, la turba es desarrollada para la germinación de semillas, propagación vegetativa en plantas de hortalizas y plantas ornamentales; conteniendo turba negra 30% y turba rubia 70%, en general consta con una estructura fina debido a la formación del carbón mineral a partir de restos vegetales.

Entre otros sustratos tenemos la pomina, su origen es volcánico, facilita el drenaje del agua ya que consta con varias granulometrías, es de mencionar que posee buena estabilidad física, permitiendo una buena aireación y durabilidad, desde el

criterio biológico la pomina es estéril, siempre y cuando no este mezclada con otros materiales (Guerrón y Espinosa, 2014).

1.1.2. Propiedades físicas de los sustratos orgánicos

1.1.2.1 Estructura

La estructura es el arreglo y organización de las partículas, dentro de los sustratos se conocen los minerales y fibrilares (Infoagro, 2017). Las estructuras de los sustratos minerales para nada tienen forma estable ya que se acopla con facilidad a los contenedores, por otro lado, los sustratos fibrilares se caracterizan por sus fibras conservándose de forma rígida, por lo tanto, no se acoplan a los recipientes que los contienen (Picón, 2013).

1.1.2.2 Granulometría

La granulometría es la cantidad de agregados que se mantiene estable en agua que fluye, de hecho, un sustrato fino tiene a compactarse, debido que impide el paso del aire por sus dimensiones de agregados pequeños. Lo ideal en los sustratos es permitir de 15% al 35% de aire y de 20% al 60% de agua con relación del volumen total del sustrato (Picón, 2013).

1.1.2.3 Peso específico aparente

El peso específico aparente se define como la relación entre masa del sustrato seco en horno y el volumen global, incluyendo el volumen de las partículas y los espacios porosos entre las partículas. Las partículas minerales se encuentran en el rango de 2,5 a 2,8 g/cm³ mientras que las partículas orgánicas “sustratos” presentan menos de 1.0 g/cm³ generalmente se lo denomina como peso específico aparente que varía con las condiciones estructurales del sustrato (Infoagro, 2017).

1.1.2.4 Porosidad

El suelo cuenta con poros microscópicos como macroscópicos donde se aloja en agua y el aire, según el número de cada tipo de poros, exhibe diferentes cualidades, la fase líquida predomina sobre la fase gaseosa, y su mayor variabilidad limita el espacio que ocupa esta última, en un suelo arcilloso, por ejemplo, tiene una elevada cantidad de microporos, disponiendo de una alta capacidad para retener el agua, pero con poca aeración. Por otro lado, un suelo arenoso, en cambio, contiene macroporos, favoreciendo el paso del agua, pero atenta contra la retención (Picón, 2013).

1.1.3. Propiedades químicas de los sustratos orgánicos

1.1.3.1 Cesión de iones a la solución nutritiva

Debido a que la actividad que puede tener el sustrato se va a producir sobre la solución nutritiva, propiedades químicas y no de propiedades físico-químicas. La cesión de iones se presenta a todos los sustratos, ya sea por tratarse de materiales acusadas de intercambio catiónico, como por disolución o alteración de los minerales componentes del sustrato al entrar en contacto con la solución nutritiva.

La cesión de iones que tiene mayor efecto sobre la rentabilidad de los cultivos es la referencia a los micronutrientes, ya que son las que presentan limitantes entre toxicidades y deficiencias, siendo pequeña la diferencia entre ambos puntos (Luque y Pérez, 1976).

Cuando la capacidad de cesión de un sustrato supere el valor considerado como óptimo para un determinado micronutriente podemos considerar que se está en un punto peligroso, ya que a esta cesión hay que sumarle las impurezas de los abonos empleados en la fabricación de la solución nutritiva y si bien puede ser el valor no sea suficientemente alto para presentar síntomas visuales, si puede estar causado un efecto depresivo sobre la producción (Luque y Pérez, 1976).

Respectivamente a los micronutrientes los limitantes de toxicidad son considerados más amplios y normalmente puede lograr un balance de la solución nutritiva de acuerdo con la cesión de un determinado ion.

En nuestro caso al trabajar con materiales volcánicos como es la pomina entre otros derivados se ha encontrado una cesión bastante de magnesio. También hay materiales que pueden presentar cesión de otros iones que sin ser nutrientes van a resultar tóxicos para la planta por ejemplo una cesión intensa de sodio en materiales volcánicas en los primeros momentos del cultivo.

1.1.3.2 Retención de iones de las soluciones nutritivas

Para la utilización de sustratos sólidos con soluciones nutritivas la retención de micronutrientes, es menos acentuada que la cesión, para equilibrar deficiencias se debe aplicar periódicamente pulverización foliar, la deficiencia frecuente es la del hierro.

Para soluciones se recomienda la utilización de los quelatos que admiten pH elevados y la utilización de sustratos de limaduras de hierro (Luque y Pérez, 1976).

Con los macronutrientes la retención está causada por diferentes factores:

a.- Capacidad de intercambio catiónico: presenta en los sustratos con materiales de naturaleza arcillosa, afectando a los cationes de K^+ , Ca^{+2} y Mg^{+2} en la primera fase del cultivo, hasta llegar a un equilibrio entre la solución y el complejo de cambio, aunque los cationes quedan retenidos puede ser utilizados por la planta (Luque, 1976).

b.- Contenido de materia orgánica: La reutilización de los sustratos va produciendo una acumulación de materia orgánica, resultante de los restos de raíces, afectando en la acumulación de soluciones nutritivas con la formación de complejo orgánico-mineral insolubles con los de Fe^{+2} , Al^+ y fosfatos causando efectos de déficit en la planta, estos complejos por la descomposición de la materia

orgánica los iones vuelven a quedar en libertad, teniendo como consecuencias efectos tóxicos (Luque, 1976).

c.- Contenido en calcio: en el contenido de calcio al sustrato afecta a la concentración de fosfato en la solución nutritiva, debido que produce una precipitación como fosfato de calcio insoluble que se puede transformar en un fosfato tricálcico que se sitúa alrededor de la partículas, considerando como inutilizables para aquellos sustratos que contenga un 20% de carbonato de calcio, lo recomendable es la utilización de sustratos con grava caliza, añadiendo periódicamente soluciones nutritivas con cantidades suficientes de fosfato para evitar la deficiencia (Pérez, 1976).

1.1.4. Propiedades biológicas de los sustratos orgánicos

La actividad biológica en un sustrato es perjudicial cuando no son precisamente descompuestos, ya que los microorganismos compiten con las raíces por oxígeno y nutrientes degradando de esta manera el sustrato y empeora las características físicas de partida. Las propiedades biológicas producen que en el sustrato disminuya la capacidad de aeración produciendo asfixia radicular.

1.1.4.1. Velocidad de descomposición

La población microbiana y las condiciones ambientales hacen que en el sustrato provoque deficiencias de oxígeno y nutrientes, liberando sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato (Infoagro, 2017). Los compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteína) conforman la velocidad de descomposición.

1.1.4.2. Ventajas y desventajas de los sustratos orgánicos

Entre las ventajas se tiene la reutilización de residuos orgánicos de la localidad hojas de los árboles, desechos de la cocina de esta manera se logra la sustentabilidad

en los cultivos, que al final se convertirán en abonos sólidos en compost, lombricompost, bocashi, también en abonos líquidos té de estiércol, bioles, sirviendo para incorporar nutrientes y microorganismos a los abonos sólidos beneficiando la elaboración de sustratos a nivel físico, químico y biológico (García y Félix, 2014).

La calidad de la preparación del abono orgánico depende del origen, la forma de recolección, condiciones climáticas, el almacenamiento, la frescura del estiércol para la obtención de microorganismos, este proceso contiene desventajas, debido que no muestran resultados inmediatos, por el efecto lento que se tiene como sustrato para ser asimilable para la planta y el espacio que se requiere para realizar esta y otras prácticas (García y Félix, 2014).

El humus al contener C, H, O, N, elementos traza, microflora nativa y sustancias húmicas tiene ventajas variadas ya que aumenta la capacidad de retención de humedad en el sustrato y mejora las propiedades biológicas y físico-químico.

Como propiedades físicas: favorece a la formación de agregados, las sustancias húmicas favorecen la micorrización de las raíces, da color oscuro al sustrato, mejora la velocidad de infiltración de agua, reduciendo la erosión de las escorrentías superficiales. Mientras en las propiedades químicas: eleva el intercambio catiónico, al unirse con la arcilla forma complejos arcillas húmicas, forma complejos fosfo-húmicas conteniendo el fósforo favorable para la planta en estado asimilable y forma complejos humus-lignina (García y Félix, 2014).

Para la microbiología se reporta fuentes de carbohidratos para los microorganismos, favorece el desarrollo de las cadenas tróficas y mejora la movilidad de nutrientes. El efecto de las sustancias húmicas estimula el desarrollo de las raíces y tallo incrementando el crecimiento de las plantas. Los beneficios del humus para el tratamiento de semillas y sustratos con ácidos húmicos promueven el desarrollo de la raíz, mejorando la absorción de micronutrientes como Fe^{+2} , Cu^{+2}

y Zn^{+2} , estimula la absorción de fósforo y ayuda a eliminar problemas de clorosis. Por otro lado, como desventaja al aplicar altos niveles de ácidos húmicos retarda el crecimiento de las plántulas y decrece el contenido de nutrimento en las mismas (García y Félix, 2014).

El compost es un sustrato de bajo costo debido que es degradado por la descomposición microbiana por productos de desechos locales que pasa por tres fases: la mesófila, la termófila y la de maduración, las bacterias comienzan el proceso de fermentación. En la primera fase del compostaje aparece las bacterias y hongos mesofilos, después los hongos termófilos y los primeros actinomicetos. Aparecen protozoos y nematodos, en esta etapa las bacterias son el microorganismo primario de la descomposición, llegan con los residuos y comienzan el proceso descomponiendo el material orgánico para su propio alimento. Las bacterias, los actinomicetos y los hongos consumen los residuos directamente y se conocen como compostadores de primer nivel (García ,2014).

1.1.5 Propagación por semillas de moras

La propagación de semillas de mora, es poco utilizada por los agricultores y viveristas debido que es necesario tratamientos pregerminativos que consta de mecánicos y químicos para la eliminación de la latencia. También la multiplicación por semillas da lugar a plantas heterogéneas producto de la segregación.

Las semillas de moras exhiben latencias exógenas y endógenas influyendo negativamente los procesos germinativos, la primera se debe a la impermeabilidad de la testa impidiendo la absorción de agua, la segunda a embriones quiescentes que precisan el uso de hormonas ácido giberélico estimulando el crecimiento, emergencia y contrarrestando el efecto inhibitor del ácido abscísico (Díaz, 2011).

Para la ruptura de la latencia, las semillas obtenidas de los frutos pasan por escarificación y estratificación. La escarificación de la semilla es una técnica que

acorta el tiempo de germinación, realizando una leve ruptura de la pared exterior de la semilla que permite que el endospermo entre en contacto con el aire y el agua. Se emplea método mecánico: uso de dos láminas de papel lija N° 320 durante 1 a 10 min, método químico: con la utilización de ácidos, inmersión de semillas en hipoclorito de sodio (NaClO) al 2,5%, ácido nítrico (HNO₃) al 10% y 20%; ácido clorhídrico (HCL), ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 98%, peróxido de hidrogeno (H₂O₂) al 5 y 10% ácido acético (CH₃COOH) al 5% con efectos variables (Díaz, 2011).

En caso de latencia profunda con procesos de estratificación en frío o en caliente, cabe indicar que la estratificación fría necesita de 1 a 5°C entre 4 a 12 semanas, la estratificación cálida necesita 20 a 25°C entre 4 a 12 semanas. En caso leves puede eliminarse a través de la aplicación de giberelinas (Díaz, 2011).

En el programa de Fruticultura del INIAP, se realiza la multiplicación de plantas de mora por semilla con fines de investigación para la obtención de segregantes y la obtención de nuevos clones y conocimiento apomíctica de mora de Castilla, para la cual se sigue el siguiente procedimiento:

- Cosecha de frutos maduros de plantas madres seleccionadas por calidad y sanidad.
- Maceración de los frutos y fermentación de los frutos en recipiente de vidrio con agua con azúcar de 2 a 3 días.
- Extracción de la semilla mediante la eliminación de la pulpa, por el lavado de detergente en un tamiz.
- Secado bajo sombra de la semilla, y la desinfección con fungicidas compuestos por carboxin más captan.
- Siembra de la semilla en sustratos desinfectados (Martínez *et al.*, 2019).

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar diferentes sustratos en la adaptación de plantas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) obtenidas por semilla.

1.2.2 Objetivo específico

Determinar el sustrato que genera mayor adaptación de plantas de mora de Castilla obtenidas por semilla.

Determinar el porcentaje de sobrevivencia de las plantas de mora de Castilla obtenidas por semillas en los diferentes sustratos.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Ubicación del experimento

Esta investigación se realizó en la propiedad de la Sra. Gloria Quispe: sector La Florida, de la parroquia de Huachi Grande, del cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Las coordenadas geográficas son: latitud Sur de 1°18'17" y longitud Oeste 78°37'12" a altitud 2814 m.s.n.m (Sistema de posición global GPS) (WeatherOnline, 2021).

2.2. Caracterización del lugar

Tabla1. *Condiciones meteorológicas de la zona*

Característica	Descripción
Promedio máximo de temperatura (día):	21,3°C
Promedio máximo de temperatura (noche):	11,1°C
Máxima temperatura alcanzada:	26°C
Mínima temperatura alcanzada:	7°C
Fuente de viento promedio:	5 km/h

Nota: Datos tomado de WatherOnline (2021).

2.2.1. Suelo

Los suelos de esta zona corresponden al suborden de los Andes, debido que se caracterizan por materiales amorfos y ceniza volcánica, con una textura franco arenoso, asimismo presenta una relación neutra (Instituto Geográfico Militar ,1985).

2.2.2. Agua

El suministro de agua fue por el canal de riego Huachi- Pelileo, que es captado del río Ambato; sin embargo, los territorios de Huachi Grande poseen un déficit hídrico debido a las bajas precipitaciones (Gad Parroquial HuachiGrande,2015).

2.3. Equipos y materiales

2.3.1 Equipos

- Balanza analítica
- Bomba de mochila
- Estufa

2.3.2 Materiales

- Alcohol
- Etiquetas
- Pala
- Papel
- Probeta
- Regla
- Vasos desechables
- Zaranda
- Anillo
- Crisoles
- Calibrador vernier

2.2.3 Material de oficinas

- Computador
- Cuaderno de campo

- Esfero
- Lápiz

2.4. Tratamiento

T1: Humus 67% + turba rubia 33%

T2: Compost 67 % + pomina 33%

T3: Compost 40 % + turba rubia 40 % + pomina 20 %

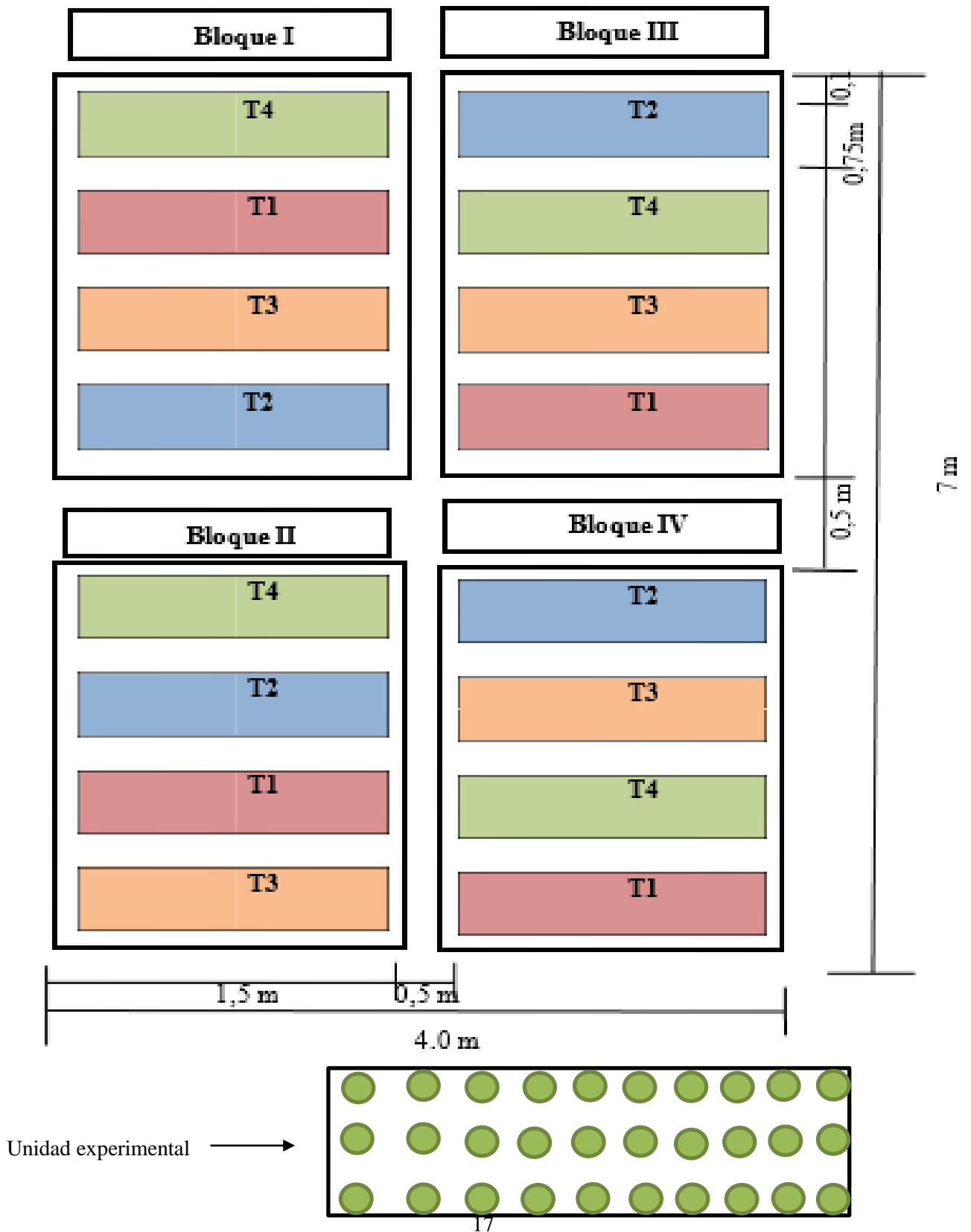
T4: Suelo de la localidad: franco arenoso

2.5. Características de las unidades experimentales para evaluar el ensayo

Tabla2. Memoria técnica del trabajo de campo.

Características	Descripción
Número de tratamientos:	4
Número de repeticiones:	4
Número de unidades experimentales:	16
Ancho del ensayo:	4 m ²
Largo del ensayo:	7 m ²
Área ensayo:	28 m ²
Número de plantas por unidad experimental:	30
Número de plantas a muestrear al azar:	10
Total de plantas	480

Figura 1. Diseño y dimensión del área de investigación



2.6. Diseño experimental

El diseño experimental que se empleó es de Bloques Completamente al Azar (B.C.A), con cuatro repeticiones.

2.7. Análisis estadístico

Los resultados estadísticos se determinaron mediante un análisis de varianza (ADEVA). Para la comparación de promedios de tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

2.8. Hipótesis

Ho= La adaptación de las plantas de mora de Castilla obtenidos por semilla no depende del tipo de sustrato.

Ha= La adaptación de las plantas de mora de Castilla obtenidos por semilla depende del tipo de sustrato.

2.9. Manejo del experimento

Se tomó las plantas de mora de Castilla de 4 meses después de haber sido escarificadas de bandejas germinadoras.

2.9.1. Instalación del ensayo

En el experimento se colocó un techo plástico transparente, y por la parte inferior una malla de sarán de 80% pegado para generar sombra, evitando así la deshidratación y la incidencia del sol, la estructura consta con una altura de 2 metros, 4 metros de ancho y 7 metros de largo.

2.9.2. Elaboración de los sustratos

2.9.2.1. Obtención del humus de lombriz

Se seleccionó un área debajo de árboles, luego se construyó una infraestructura de madera de 2,5 m de largo por 1 m de ancho por 0,50 m de alto, después se incorporó material orgánico, colocando 640 kg de estiércol de cuy fresco, 320 kg de estiércol bovino, también se adicionó una capa vegetal que tuvo 160 kg rastrojos de maíz, 80 kg hojarasca, 50 kg de restos de cocina; de esta manera hasta alcanzar 0.50 m de alto.

Para la incorporación de las lombrices se utilizó 1 kg/m² de lombriz californiana (*Eisenia foetida*), que osciló entre 1500 a 2500 lombrices, luego se distribuyó uniformemente por toda el área.

Por un periodo de 15 días se proporcionó riego para mantener la humedad de 80% con el uso del rastrillo volteamos facilitando el proceso de descomposición. El humus se obtuvo en 6 meses. Con la ayuda de una zaranda se procedió a la cosechar del humus con la granulometría deseada y se almacenó en un lugar fresco. Al pasar este procedimiento se obtuvo un volumen de 1,25 m³, de humus de lombriz.

2.9.2.2. Obtención del compost

El compost es el resultado de procesos biológicos aeróbicos, en los cuales los microorganismos actúan sobre el material orgánico, por esta razón se preparó en un sitio fresco y con sombra.

En un área de 1 m de largo por 1 m de ancho, la altura dependerá del compostaje, se instaló la compostera se utilizó material orgánico tales como 10 cm de espesor hojarasca, 5 cm podas de ramas picadas de capulí, además se incorporan 10 cm de estiércol de cuy más 5 cm de restos vegetales de la cocina, sucesivamente hasta 0,5 m de alto.

Para la descomposición homogénea se utilizó 20 litros de melaza, 1 kg de levadura disolviendo en un tanque de 100 litros de agua que se incorporó al compost, luego se realizó el riego hasta que la compostera se sature de agua, después se cubrió con plástico negro.

Para dar aireación a los 30 días se lo volteó con la ayuda de una rastrilla, luego volteamos cada 8 días, manteniendo una humedad adecuada de 40-60%. El compost se obtuvo al cabo de 5 meses, luego se procedió a retirar el plástico negro, después se lo dejó descubierto por 15 días.

Por último con la ayuda de una zaranda, se procedió a cernir el compost para tener la granulometría deseada se recolectó y se almacenó en un lugar fresco. Al pasar este procedimiento se obtuvieron 10 sacos de 50 kg como sustrato de compost.

2.9.2.3. Recolección de la tierra de la zona (Huachi- Grande)

El área está caracterizada por tener una textura franco arenoso, presentando una fertilidad media, para la extracción se realizó un hoyo 1 metro de largo por un 1 metro de ancho, con 0,50 metros de profundidad, la misma que es cernida para la obtención de la tierra. Al pasar este procedimiento se obtuvieron 10 sacos de 25 kilogramos.

2.9.3. Desinfección de los sustratos

Se utilizó en la parte inferior plástica de color negro, en la parte superior se colocó plástica de color transparente cubriéndolo en su totalidad, se realizó la humectación de los sustratos hasta que quede en capacidad de campo, se procedió a virar por un periodo de 30 días expuestos al sol, el promedio máximo de temperatura de solarización osciló entre 45 y 55°C en la capa superficial.

2.9.4. Preparación de sustratos

Se prepararon los sustratos, con las proporciones adecuando a los factores de estudio que se señalan a continuación.

T1= Humus 67% + turba rubia 33%

T2= Compost 67% + pomina 33%

T3=Compost 40% + turba rubia 40% + pomina 20%

T4= Suelo de la localidad: franco arenoso

2.9.5. Características físicas e hídricas de los sustratos

Se realizaron las características físicas para cada formulación de sustrato, se utilizó la estufa con una temperatura de 105°C por 24 horas obteniendo lo siguiente:

2.9.5.1. Densidad

Según Arquímedes (287-212 a.C.) La densidad es la relación que existe entre la masa de una sustancia (o de un cuerpo) y su volumen. El volumen es la cantidad de espacio ocupado por la cantidad de la materia y esta expresado en centímetros cúbicos (cc) o en mililitros (ml) (un cc es igual a 1ml).

$$d \text{ (g/cc)} = \frac{W \text{ (g)}}{V \text{ (g/cc)}}$$

Despeje de fórmula:

$$V \text{ (g/cc)} = \frac{W \text{ (g)}}{d \text{ (g/cc)}}$$

Donde:

D= densidad (g/cc)

W= masa (g)

V= volumen (g/cc)

Sustrato húmedo

$$T4 = \frac{87,124(g)}{1,069\left(\frac{g}{cc}\right)} = 81,500 \text{ cc}$$

$$T3 = \frac{72,121(g)}{0,542\left(\frac{g}{cc}\right)} = 133,064 \text{ cc}$$

$$T2 = \frac{63,752(g)}{0,472\left(\frac{g}{cc}\right)} = 135,067 \text{ cc}$$

$$T1 = \frac{64,470(g)}{0,464\left(\frac{g}{cc}\right)} = 138,943 \text{ cc}$$

Tratamiento	Interpretación	Densidad
T4	87,124(g) ó 81,500 (cc)	1,069 $\left(\frac{g}{cc}\right)$
T3	72,121(g) ó 133,064 (cc)	0,542 $\left(\frac{g}{cc}\right)$
T2	63,752(g) ó 135,067 (cc)	0,472 $\left(\frac{g}{cc}\right)$
T1	64,470(g) ó 138,943 (cc)	0,464 $\left(\frac{g}{cc}\right)$

Sustrato seco en el horno

$$T4 = \frac{74,840 (g)}{1,069\left(\frac{g}{cc}\right)} = 70,009 \text{ cc}$$

$$T3 = \frac{37,956 (g)}{0,542\left(\frac{g}{cc}\right)} = 70,029 \text{ cc}$$

$$T2 = \frac{33,046 (g)}{0,472\left(\frac{g}{cc}\right)} = 70,012 \text{ cc}$$

$$T1 = \frac{32,450 (g)}{0,464\left(\frac{g}{cc}\right)} = 69,935 \text{ cc}$$

Tratamiento	Interpretación	Densidad
T4	74,840(g) ó 70,009(cc)	1,069($\frac{g}{cc}$)
T3	37,956 (g) ó 70,029 (cc)	0,542($\frac{g}{cc}$)
T2	33,046(g) ó 70,012 (cc)	0,472($\frac{g}{cc}$)
T1	32,450(g) ó 69,935 (cc)	0,464($\frac{g}{cc}$)

2.9.5.2. Peso específico aparente (Pea)

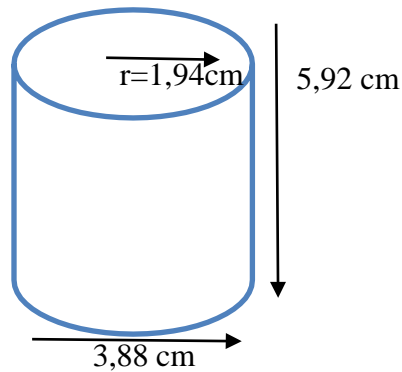
El peso específico aparente es el peso de los sustratos en base al peso seco sobre el volumen, los resultados realizados en laboratorio son los siguientes.

Figura 2. Anillo

$$V_t = \pi * r^2$$

$$V_t = 3,1416 \text{ cm} (1,94 \text{ cm})^2$$

$$V_t = 70 \text{ cm}^3$$



$$\mathbf{Pea} \text{ (g/cc)} = \frac{Ws \text{ (g)}}{Vt \text{ (cc)}}$$

Autor: (Arshad, M; Lowery, B y Grossman, B. 1996).

Donde:

Pea= Peso específico aparente del sustrato (g/cc)

Ws= Peso seco de una muestra del sustrato (g)

Vt= Volumen total de la muestra (cc)

$$T4 = \frac{74,840 \text{ g}}{70 \text{ cc}} = 1,069 \frac{\text{g}}{\text{cc}}$$

$$T3 = \frac{37,956 \text{ g}}{70 \text{ cc}} = 0,542 \frac{\text{g}}{\text{cc}}$$

$$T2 = \frac{33,046 \text{ g}}{70 \text{ cc}} = 0,472 \frac{\text{g}}{\text{cc}}$$

$$T1 = \frac{32,020 \text{ g}}{70 \text{ cc}} = 0,464 \frac{\text{g}}{\text{cc}}$$

2.9.5.3. Porosidad en (%)

La porosidad se determinó en base a la fórmula:

$$P (\%) = 1 - \frac{Pea (\text{g/cc})}{Per (\text{g/cc})} * 100$$

Autor: (Arshad, M; Lowery, B y Groossmann, B. 1996).

Donde:

P= Porosidad total de la muestra del sustrato (%)

Pea= Peso específico aparente del sustrato

Per = Peso específico real de las partículas (g/cc). El peso específico real de las partículas minerales del suelo es =**2,65 g/ cc**. La presencia de material orgánico reduce este valor.

$$T4 = 1 - \frac{1,069 \frac{\text{g}}{\text{cc}}}{2,65 \text{ cc}} * 100 = 59,66\%$$

$$T3 = 1 - \frac{0,542 \frac{g}{cc}}{2,65cc} * 100 = 79,54\%$$

$$T2 = 1 - \frac{0,472 \frac{g}{cc}}{2,65cc} * 100 = 82,18\%$$

$$T1 = 1 - \frac{0,464 \frac{g}{cc}}{2,65cc} * 100 = 82,49$$

2.9.5.4. Capacidad de campo en (%)

Se utilizó la fórmula gravimétrica:

$$Cc(\%) = \frac{Wh(g) - Ws(g)}{Ws(g)} * 100$$

Autor: (Arshad, M; Lowery, B y Groossmann, B. 1996)

Donde:

Cc= Capacidad de campo

Wh= Peso húmedo del sustrato (g)

Ws= Peso seco del sustrato (g)

240 cc ----- 100 x= 89,58%

215 cc----- x

T4= Suelo de la localidad: franco arenoso

240 cc----- 100 x= 79,95%

189,5 cc ----- x

2.9.6. Llenado de vasos con sustrato

Los vasos desechables son agujereados con cuatro orificios en la parte inferior, para facilitar el drenaje de agua y aumentar la aireación, luego se llena cada vaso con los sustratos antes mencionados.

2.9.7. Colocación de las plántulas en los vasos

Se lo trasplantan las plantas de mora de Castilla de 4 meses y de acuerdo a los tratamientos establecidos.

2.9.8. Fertilización

Para realizar la fertilización se aplica una solución de YaraVita® debido que contiene 15% nitrógeno (N), el 26% fósforo (P), a su vez los elementos menores como 16,9% calcio (Ca), 27,5% zinc (Zn) y 1% de *Ascophyllum nodosum* se aplica a razón de 5 ml /l, para ello se mezcló homogéneamente, y se lo suministró en forma de drench, para cada planta de mora, por un periodo de 15 días.

2.2 Variables respuestas

Se utilizaron por cada unidad experimental 10 plantas de mora de Castilla para la tomade las variables.

2.2.1 Altura de planta

De cada parcela neta se tomó al azar 10 plantas de mora de cada tratamiento en las que se determinó a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante, tomando la lectura con la ayuda de una regla expresándolo en centímetros (cm) midiendo desde el cuello (zona de transición) hasta el ápice.

2.2.2 Diámetro del tallo

Para este valor se tomó al azar 10 plantas de mora de cada tratamiento a las que se midió el diámetro del tallo a los 30, 45 y 60 días después del trasplante, con la ayuda de un calibrador vernier, este valor se tomó a nivel del cuello.

2.2.3 Longitud de la raíz

Para esta variable de la longitud de la raíz se tomó a los 60 días después del trasplante de mora de Castilla con la ayuda de una regla desde el cuello (zona de transición) hasta extremo expresándolo en centímetros (cm).

2.2.4 Volumen de la raíz

Para este valor se tomaron 10 plantas de mora de cada tratamiento al azar, se procedió a medir el volumen radicular con la ayuda de una probeta de 100 ml para ello se dejó secar la raíz por 30 segundos sobre papel periódico, a sombra y se procedió a sumergir en agua y por el principio de Arquímedes se registró el volumen.

2.2.5 Porcentaje de prendimiento

Para esta variable porcentaje de prendimiento de plantas de mora de Castilla, se contabilizó a los 60 días después del trasplante, el número de individuos que enraizaron en relación a la población total de plantas de mora por unidad experimental.

$$PP = \frac{\text{Total de plantas enraizadas}}{\text{Total de plantas}} \times 100\%$$

Autor: (Guerrón y Espinosa, 2014).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusiones de los resultados

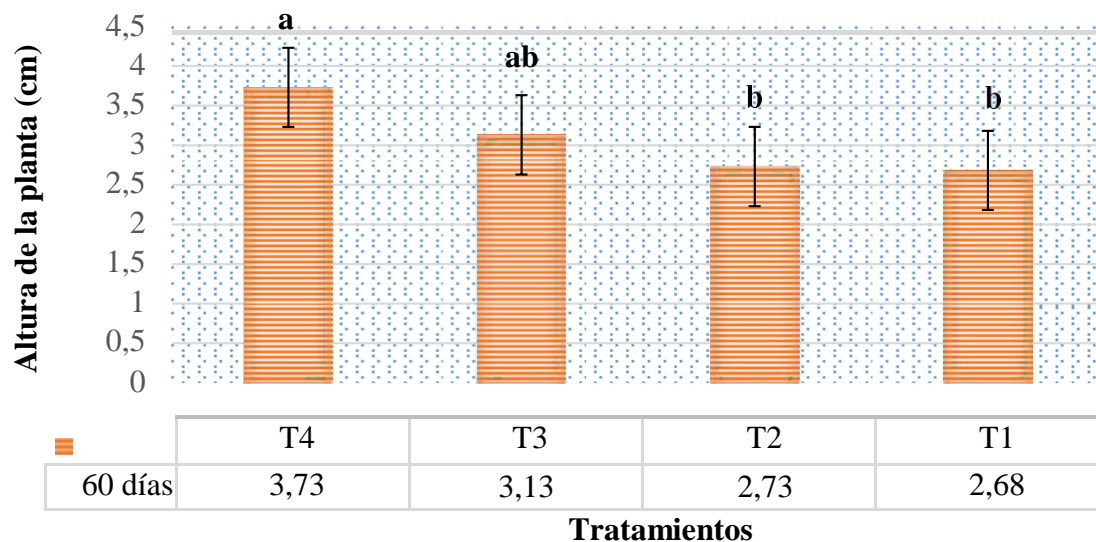
3.1.1. Altura de la planta (cm)

Realizado el análisis de varianza para la variable altura de planta a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante, se determinó que sólo existe diferencias significativas al 1% a los 60 días (p -valor = 0,0047). El coeficiente de variación en altura de planta a los 60 días fue de 10,65%.

La prueba de Tukey al 5% para la variable altura de plantas a los 60 días (Figura 3), determinó que existen dos rangos de significación, en la que se observa que el tratamiento T4 suelo de la localidad: franco arenoso presentó un promedio de altura superior con 3,73 cm, seguramente debido a que la cantidad de agua a Capacidad de Campo fue inferior 16,42% en comparación con los tres tratamientos donde la Capacidad de Campo fue superior al 90%, seguido de T3 compost 40% + turba 40 % + pomina 20% con un valor promedio de 3,13 cm.

Según Pérez (2007), el endurecimiento de vitroplantas de mora (*R. glaucus* Benth) empleó sustrato con arena esterilizada + *Trichoderma* obteniendo un valor de 1,67 cm de altura de planta (AP), siendo inferior a lo obtenido en la investigación con un valor promedio de 3,73 cm, esta diferencia de valores se da porque el suelo franco arenoso presenta mayor adaptabilidad para el crecimiento de plantas de mora de Castilla (*R. glaucus* Benth), debido a las condiciones de un peso específico aparente de 1,07 g/cc lo que permitió disponer de una buena retención de agua y aire en el sustrato de esta manera el crecimiento es mejor que en los tratamientos con sustratos que tienen valores inferiores a 1,00 g/cc.

Figura 3. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable altura de la planta a los 60 días.



3.1.2 Diámetro del tallo (mm)

Realizado el análisis de varianza para la variable diámetro del tallo, se observó que no existen diferencias estadísticas entre tratamientos, debido que el p-valor fue 0,72, 0,71 y 0,24 con un coeficiente de variación de 13,74%, 12,12% y 7,71 % a los 30, 45 y 60 días, respectivamente.

En el trabajo realizado por Flores *et al.* (2012), existieron diferencias estadísticas en la variable diámetro de tallo en vitroplantas de mora (*Rubus adenotrichus*) aclimatado a vivero, con una formulación utilizada de suelo, carbón vegetal y granza de arroz (3:1:1), contribuyendo a la retención de humedad, composición físico-química proveyendo a la planta de agua y nutrientes incrementando la longitud del tallo.

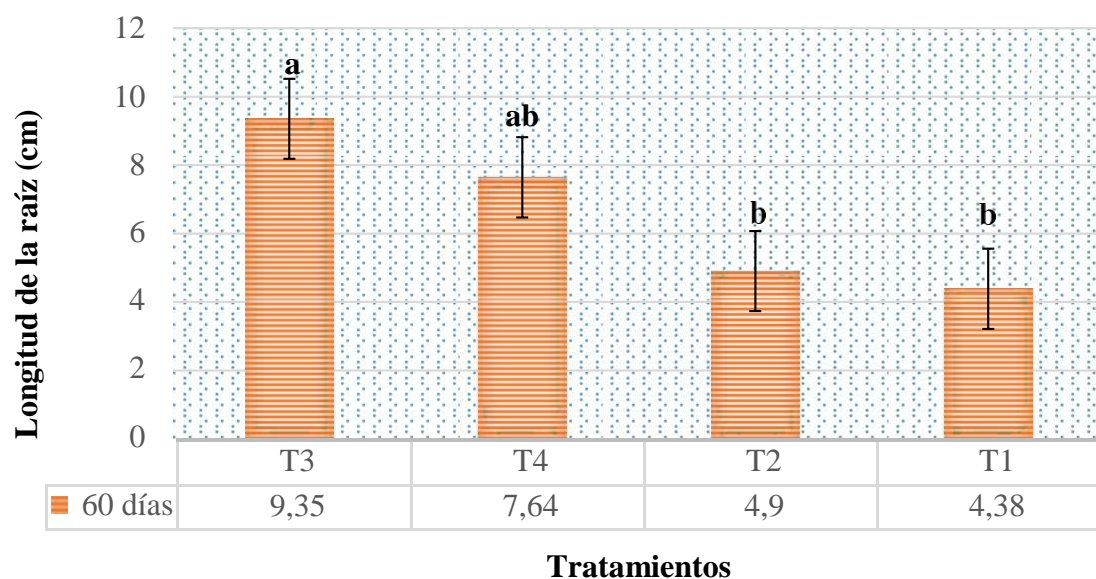
De la misma forma en la investigación de Banch, Reyes (2023), al utilizar formulaciones a partir de compost existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados para el desarrollo de tallo en plantines de fresa (*fragaria virginiana*) con una proporción de compost 90% y arena 10%, demostrando que el compost tiene el potencial como materia de sustrato.

3.1.3 Longitud de la raíz (cm)

Realizado el análisis de varianza para la longitud de la raíz, se determinó que existen diferencias significativas al 5% a los 60 días (p -valor = 0,0103). El coeficiente de variación en longitud de la raíz a los 60 días fue de 27,11%.

La prueba de Tukey al 5% para la variable altura de plantas a los 60 días (Figura 4), determinó que existieron dos rangos de significación entre los tratamientos, y se observa que el tratamiento T3 compost 40% + turba 40% + pomina 20%, presentó un promedio superior de 9,35 cm de longitud de raíz considerando como tratamiento con mayor valor mediante los resultados obtenidos esto se debe a que la porosidad de este es igual 79,54%, seguido por T4 suelo de la localidad: franco arenoso con un promedio de 7,64 cm, con porosidad de 59,6% .

Figura 4. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable longitud de la raíz a los 60 días.



Según Espinosa- Reyes *et al.* (2019), los sustratos con diferentes composiciones influyeron en el crecimiento de vitroplantas de morera (*Morus alba* L) acondicionadas a vivero con una formulación de suelo 70% + estiércol vacuno 20%+ zeolita 10% obtuvieron valores mayores con 20, 7 cm en longitud de la raíz, mientras que en el estudio presente se reportó un valor de 9,35 cm de longitud de raíz estos datos están por debajo de lo realizado por Espinosa-Reyes *et al.* (2019), debido a que el estiércol bovino mejoró las propiedades biológicas y físico - químicas con fuentes importante de energía y nutrientes para la planta de morera.

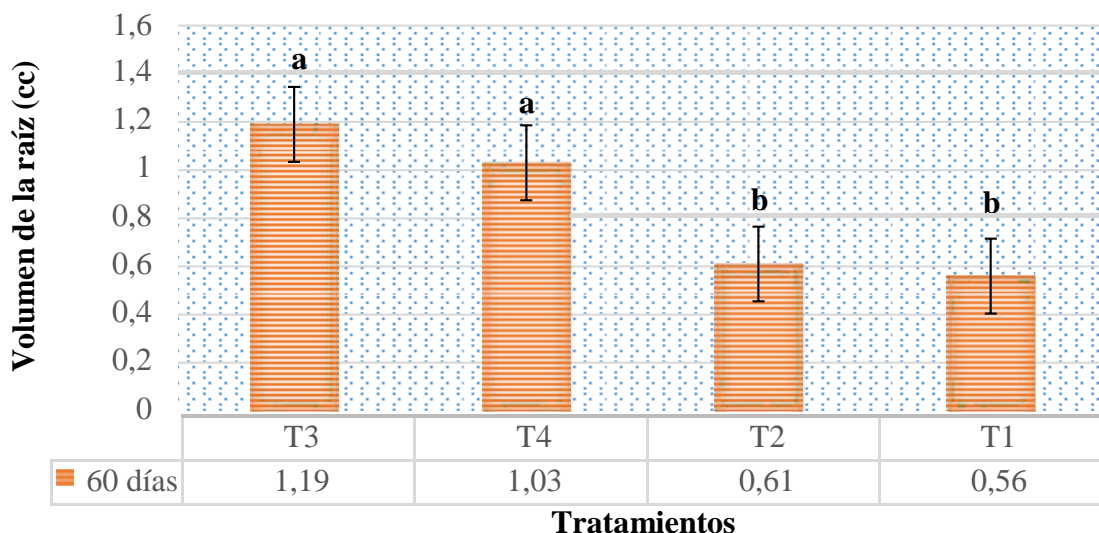
3.1.4 Volumen de la raíz (cc)

Realizado el análisis de varianza para la variable volumen de la raíz (cc) a los 60 días después del trasplante, se determinó que existen diferencias significativas al 1% con un (p- valor = 0,0023). El coeficiente de variación fue de 21,92%.

La prueba de Tukey al 5% para la variable volumen de la raíz en (cc) a los 60 días (Figura 5), determinó que existen dos rangos de significación, en la que se observa que el tratamiento T3 compost 40% + turba 40% + pomina 20%, tiene un valor promedio superior de 1,19 cc, este parámetro tiene relación con la porosidad del sustrato que es igual que la variable anterior donde concuerda los resultados por la porosidad del tratamiento con 79,54% y seguido con T4 suelo de la localidad: franco arenoso con un promedio con 1,03 cc, y una porosidad de 59,7% considerando como uno de los mejores sustratos adaptables durante el ensayo.

Según Salguero (2018), el crecimiento y desarrollo de plantas de mora (*R. glaucus* Benth) en contenedor de 20 L con diferentes mezclas de sustratos como cascarilla de arroz, fibra de coco, compost y suelo agrícola en una proporción de 1:1:1:1 favoreció en la variable volumen radicular con un valor de 17,43 cc, siendo superior a lo obtenido en la investigación con un valor de 1,19 cc con formulación a base de compost 40% + turba 40% + pomina 20%, esta diferencia de valores se debe al tipo de contenedor y la proporción utilizada de sustrato contribuyendo al crecimiento y desarrollo del sistema radicular.

Figura 5. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable volumen de la raíz a los 60 días.



Según Flores (2018), la formulación de cascarilla de arroz 30% + cascajo 10% + fibra de coco 40% + turba 20% obtuvo un valor de 11,33 cc de volumen radicular y en el estudio registró un valor de 1,19 cc de volumen radicular donde Flores (2018) presentó mayor masa radicular fue a base de una solución nutritiva N 240, P 175, K 528, Ca 384, Mg 144 ppm, mientras el uso un bioestimulante que contenía 15% nitrógeno (N), el 26% fósforo (P), a su vez los elementos menores como 16,9% calcio (Ca), 27,5% zinc (Zn) y 1% de *Ascophyllum nodosum* que ayudó al crecimiento y desarrollo del sistema radicular en las plantas de mora de Castilla (*R. glaucus* Benth).

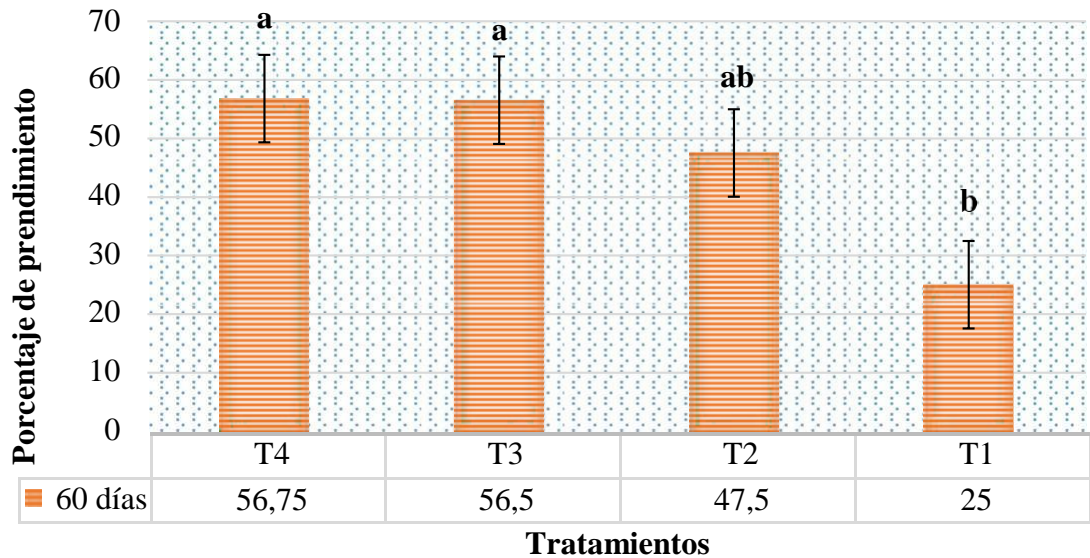
3.1.5 Porcentaje de prendimiento (%)

Realizado el análisis de varianza para la variable porcentaje de prendimiento a los 60 días después del trasplante, se determinó que sólo existen diferencias significativas al 5% con un (p-valor = 0,0252). El coeficiente de variación en porcentaje de prendimiento a los 60 días fue de 28,56%.

La prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de plantas de mora de castilla (*R. glaucus* Benth) enraizadas a los 60 días (Figura 6) se determinó que existen dos rangos de

significación, en la que se observa que el T4 suelo de la localidad: franco arenoso presentó un promedio superior con 56,75% de prendimiento, seguido por T3 compost 40% + turba 40% + pomina 20%, con un valor promedio de 56,50% y T2 compost 67% + pomina 33%, con un valor de 47,5%, siendo estos tratamientos con mayor valor de porcentaje de prendimiento para el trasplante de plantas de mora (*R. glaucus* Benth) obtenido por semilla. El mismo que puede estar relacionado posiblemente con la frecuencia de riego de aplicación en cada 5 días donde el consumo de agua fue casi similar por frecuencia alcanzado un valor 228,25cc de los 240 cc aportados.

Figura 6. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable porcentaje de prendimiento a los 60 días.



Según Sánchez (2009), la mora de Castilla (*R. glaucus* Benth) se desarrolla en un suelo franco arenoso o franco arcilloso por su alto contenido de materia orgánica rico en fósforo y potasio, el mejor sustrato fue T4 suelo de la localidad: franco arenoso crece y desarrolla mejor.

Por otra parte, en los estudios realizados por Pérez (2007), obtuvo un valor de 64,16% en el porcentaje de prendimiento con arena esterilizada + *Trichoderma* + micorriza; siendo superior a lo obtenido en la investigación con valor de 56,75% esta diferencia de valores se da por la característica que presentó el sustrato, propiedad física un principal factor que afectó al porcentaje de prendimiento, también la cantidad de agua que retuvo los diferentes

sustratos.

3.2 Verificación de la hipótesis

En base a los resultados obtenidos al término de la presente investigación, se afirma que existieron efectos positivos para la adaptación en sustratos en las plantas de mora de Castilla (*R. glaucus* Benth) obtenidas por semillas, en consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa de la investigación.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Una vez que se ha completado y finalizado el trabajo de investigación acerca de la “Evaluación de diferentes sustratos en la adaptación al trasplante de plantas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) obtenidas por semilla”, se concluye lo siguiente:

- De acuerdo a la recopilación de datos obtenidos en el trabajo de campo y el análisis estadístico se concluye que el tratamiento T4 suelo de la localidad: franco arenoso, obtuvo una excelente adaptación al momento del trasplante, presentando favorables propiedades físicas como el peso específico aparente con un valor de 1,07 g/cc lo que permitió disponer de una buena retención de agua y aire favoreciendo al desarrollo radicular a comparación de los demás sustratos que fueron menores a 1,0 g/cc y la Capacidad de Campo retuvo un porcentaje de 16,42% en comparación con los tres sustratos donde la Capacidad de Campo fue superior al 90%.
- Donde se obtuvo un mayor promedio de longitud y volumen radicular fue en el tratamiento el T3 compost 40% + turba 40% + pomina 20% presentando superioridad en masa radicular de la planta de mora de Castilla (*R. glaucus* Benth) con respecto a los demás tratamientos, con un porcentaje de porosidad de 79,54% , afectando en el crecimiento y desarrollo del sistema radicular.
- Mediante el trabajo de investigación se pudo determinar que el tratamiento el T4 suelo de la localidad: franco arenoso y T3 compost 40% + turba 40% + pomina 20% tuvieron un mayor valor en la variable porcentaje de prendimiento.

4.2 Recomendaciones

Para la adaptación de diferentes sustratos al trasplante de plantas de moras de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) obtenidas por semilla, desarrollando las variables agronómicas, altura de planta, diámetro de planta, longitud de la raíz, volumen radicular y porcentaje de sobrevivencia se recomienda a los agricultores y viveristas lo siguiente.

- Se recomienda la utilización del tratamiento T4 suelo de la localidad: franco arenoso y T3 compost 40% + turba 40% + pomina 20%, que permitieron obtener los mejores resultados en todas las variables agronómicas, por las condiciones que se desarrolló el experimento y a su vez favoreciendo a la propagación de mora de Castilla (*R. glaucus* Benth).
- Se recomienda realizar investigaciones sobre otros ecotipos de mora obtenidos por semillas para conseguir, mayor longitud de la raíz, volumen radicular y porcentaje de sobrevivencia.

C. MATERIAL DE REFERENCIA

Bibliografía

- Arshad, M; Lowery, B y Groosman, B. (1996). Physical test for monitoring soil quality. pàg. 123-142. In :J.W. Doran and A. J. Jones (eds.). Methods for assessing soil quality. Soil Sci. Soc. Am. Spec. Publ. 49. SSSA, Madison, WI.
- Banch, Reyes, B. (2023). Efecto de los sustratos en el desarrollo de plantines de fresa(*Fragaria virginiana*), Lonya Grande- Perú. https://repositorio.upa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12897/201/TESIS_REYES_HUANCAS_BONICA_MAGALY.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Díaz, C. (2011). Categorización de la latencia de semillas de mora (*Rubus glaucus* B) para el apoyo a programa de mejoramiento y conservación de la especie. Tesis Maestría. Medellín Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias. 69 pág.
- Dastyaran, M. (2015). Effect of humic acid and exogenous putrescine on vase life and leafmacro elements status of hydroponic cultured rose (*Rosa hybrid* cv. “Dolce vita”). Agric. Commun. 3(1):43-49.
- Espinosa- Reyes, A; Silva-Pulpo, J; Bahi-Arevich, M; Romero- Cabrera, D. (2019). Influencia del tamaño de las plantas in vitro y tipo de sustratos en la aclimatación de *Morus alba* L.http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000100023
- Flores, D; Chacón, R; Jimenez, V; Ortiz, F. (2012). Enraizamiento de mora (*Rubus adenotrichus*) en medio líquido en el sistema de inmersión temporal y a su aclimatación en invernadero. Costa rica. 8 pág.

- Flores, M. (2018). Evaluación de sustratos y soluciones nutritivas en la producción hidropónica con sustratos sólidos en fresa (*fragaria x ananassa*). Cevallos- Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28424>
- García, C y Félix, J. (2014). Manual para producción de abonos orgánicos y biorracionales. Sinaloa. México. 144 pág.
- GADP parroquial de Huachi Grande. (2015). Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial parroquia rural Huachi Grande 138 pág.
- Guerrón, A y Espinosa, E. (2014). Evaluación de diferentes tipos de estacas al enraizamiento con la utilización de dos tipos de Auxinas (ANA E IBA) con tres dosis para la producción de plantas de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) Tumbaco- Quito.
- Infoagro. (2017). Las propiedades de los sustratos de cultivo. México. <https://mexico.infoagro.com/las-propiedades-de-los-sustratos-de-cultivo/>
- Instituto Geográfico Militar. (1985). Mapa general de suelos del Ecuador Esc. 1: 1000000. Quito, EC, s.p.
- Jácome R, Ayala G, Martínez A, Viteri P, Vásquez W, Sotomayor A (2016). Caracterización del sistema de producción, zonas de producción y tipificación de productores del Ecuador. En Galarza D, Garcés S, Velásquez J, Sánchez V, Zambrano J (Eds.) *El Cultivo de la Mora en el Ecuador*. INIAP. Quito, Ecuador. 19-24 pág.
- López. (2022). Principios básicos de los sustratos. <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/principios-basicos-de-los-sustratos/>
- Luque, A y Pérez, G. (1976). Sustratos y sus propiedades. International Working Group on Soilless Culture. España, Las palmas. 11 pág.

- Martínez, A; Feican, C.; Huaraca, H y Viteri, P. (2019). Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth). Cuenca, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Pérez Rodríguez, MJ. (2007). Efecto de cuatro sustratos en el endurecimiento de vitroplantas de mora (*Rubus glaucus* Benth) variedad Risaralda, en el municipio de Sabanas, departamento de Madriz.
- Picón, R. (2013). Evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill). En los municipios de Esquipulas y Chiquimula, departamento de Chiquimula, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Raisman, J. y A. González. (2008). Reproducción asexual. República de Argentina, Universidad Nacional del Noroeste. Facultad de Agroindustrias. Hipertextos del área de biología.
- Salguero, A. (2018). Efecto de diferentes tipos de sustratos y contenedores en el desarrollo del cultivo de mora (*Rubus glaucus*) 61 pág.
- Sánchez, J. (2018). Evaluación de sustratos orgánicos con la aplicación de Thichotic para la obtención de plantas de mora. 76 pág.
- Sánchez, P. (2009). Principios y aplicaciones de nutrición en zarzamora: Manejo del cultivo de zarzamora en producción forzada. Ed por Rebollar, A y Segura S, Producción de zarzamora en el subtropical, México. Fundación produce Michoacán-Universidad autónoma Chapingo. pág. 44-59
- Viteri D., P., Martínez, A., Jácome, R., Ayala, G., Villares, M., Viera, W., Hinojosa, M. (2016). Métodos de propagación y establecimiento del cultivo de mora. En D. Galarza, S. Garcés, J. Velásquez, V. Sánchez, y J. Zambrano (Eds.), El cultivo de la mora en el Ecuador (cap. 4, pp. 61-76). Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Fruticultura.

Viteri, P; Martínez, A; Jácome, R; Ayala, G; Villares, M; Viteri, W; Sotomayor, A; Posso, M; Hinojosa, M. (2016). El cultivo de mora en el Ecuador: Método de propagación y establecimiento del cultivo de mora. 23 pág.

Anexos

Anexo 1. Bandejas germinadoras de plantas de mora de Castilla de 4 meses (*Rubus glaucus* Benth).



Anexo 2. Desinfección y tamizado de los sustratos por el método de solarización.



Anexo 3. Trabajo de campo trasplante de las plantas de mora de Castilla a los vasos con sustrato (*Rubus glaucus* Benth).



Anexo 4. Trabajo de campo aplicación del producto de la investigación.



Anexo 5. Levantamiento de datos altura de planta y diámetro de planta y tutorado de la planta.



Anexo 6. Levantamiento de datos longitud de la raíz.



Anexo 7. Levantamiento de datos volumen de la raíz (cc).



Anexo 8. Levantamiento de datos porcentaje de prendimiento, culminación del ensayo.



Anexo 9. Datos variable altura de planta (cm) 60 días.

Tratamiento	I	II	III	IV	\bar{X}
Humus 67% + turba 33%	2,62	2,66	2,37	3,07	2,68
Compost 70% +pomina 20%	2,78	3,33	1,62	3,16	2,73
Compost 40 %+ turba 40 % + pomina 20 %	2,94	3,28	2,87	3,42	3,13
Control suelo de la localidad: franco arenoso	3,28	3,92	3,16	4,56	3,73

Anexo 10. Datos variable diámetro de planta (m.m) 60 días.

Tratamiento	I	II	III	IV	\bar{X}
Humus 67% + turba 33%	0,17	0,19	0,15	0,15	0,17
Compost 70% +pomina 20%	0,13	0,13	0,16	0,16	0,15
Compost 40 %+ turba 40 % + pomina 20 %	0,15	0,40	0,18	0,21	0,24
Control suelo de la localidad: franco arenoso	0,65	0,20	0,20	0,25	0,33

Anexo 11. Datos variable longitud de la raíz (cm) 60 días.

Tratamiento	I	II	III	IV	\bar{X}
Humus 67% + turba 33%	5,75	4,75	2,75	4,25	4,38
Compost 70% +pomina 20%	4,6	3,5	3,5	8	4,90
Compost 40 %+ turba 40 % + pomina 20 %	6,5	12,1	8,3	10,5	9,35
Control suelo de la localidad: franco arenoso	5	9,7	7,1	8,75	7,64

Anexo 12. Datos variable volumen de la raíz (cc) 60 días.

Tratamiento	I	II	III	IV	\bar{X}
Humus 67% + turba 33%	0,5	0,5	0,5	0,75	0,56
Compost 70% +pomina 20%	0,7	0,5	0,5	0,75	0,61
Compost 40 %+ turba 40 % + pomina 20 %	1,25	1,4	1,1	1	1,19
Control suelo de la localidad: franco arenoso	0,8	1,4	0,9	1	1,03

Anexo 13. Datos variable porcentaje de prendimiento (%) 60 días.

Tratamiento	I	II	III	IV	\bar{X}
Humus 67% + turba 33%	10	20	33	37	25
Compost 70% +pomina 20%	37	50	60	37	47,50
Compost 40 %+ turba 40 % + pomina 20 %	40	60	43	83	56,50
Control suelo de la localidad: franco arenoso	57	50	50	70	56,75

Anexo 15. Agua disponible de los sustratos evaluados.

T4= Suelo de la localidad: franco arenoso

FRECUENCIA DE RIEGO 5 DIAS			
Fecha	Riego cc	Drenaje cc	Consumo cc
3/5/2023	40	3,5	36,5
8/5/2023	40	1,25	38,75
12/5/2023	0	0	0
16/5/2023	40	1,25	38,75
20/5/2023	40	4,5	35,5
24/5/2023	40	0	40
28/5/2023	0	0	0
1/6/2023	40	1,25	38,75
Total	240	11,75	228,25

T3=Compost 40% + Turba rubia 40% + pomina 20%

FRECUENCIA DE RIEGO 7 DIAS			
Fecha	Riego cc	Drenaje cc	Consumo cc
3/5/2023	40	4	36
10/5/2023	40	0	40
17/5/2023	40	0	40
24/5/2023	40	0	40
28/5/2023	0	0	0
4/6/2023	40	0	40
Total	200	4	196

T2= Compost 70% + pomina 30%

FRECUENCIA DE RIEGO 6 DIAS			
Fecha	Riego cc	Drenaje cc	Consumo Cc
3/5/2023	40	3	37
9/5/2023	40	6,25	33,75
13/5/2023	0	0	0
17/5/2023	40	4,25	35,75
21/5/2023	40	0	40
25/5/2023	0	0	0
29/5/2023	40	1,25	38,75
4/6/2023	0	0	0
Total	200	14,75	185,25

T1= Humus 67%+ Turba rubia 33%

FRECUENCIA DE RIEGO 4 DIAS			
Fecha	Riego cc	Drenaje cc	Consumo cc
3/5/2023	40	3,75	36,25
7/5/2023	40	0	40
11/5/2023	40	0	40
15/5/2023	40	8	32
19/5/2023	40	0,5	39,5
23/5/2023	40	12,5	27,5
27/5/2023	0	0	0
31/5/2023	0	0	0
Total	240	24,75	215,25