



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**EFEECTO DE CUATRO TIPOS DE SUSTRATO EN LA
PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Myrcianthes hallii* BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO EN EL CANTÓN
RIOBAMBA, PROVINCIA DEL CHIMBORAZO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

GABRIEL IVÁN MASSÓN SOLÍS

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**EFFECTO DE CUATRO TIPOS DE SUSTRATO EN LA
PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Myrcianthes hallii* BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO EN EL CANTÓN
RIOBAMBA, PROVINCIA DEL CHIMBORAZO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: GABRIEL IVÁN MASSÓN SOLÍS

DIRECTORA: Ing. VILMA FERNANDA NOBOA SILVA MSc.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Gabriel Iván Massón Solís

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, GABRIEL IVÁN MASSÓN SOLÍS, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



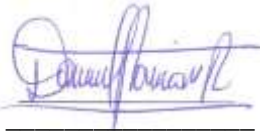
Riobamba, 14 de octubre de 2022.

A handwritten signature in blue ink, reading "Gabriel Iván Massón Solís". The signature is written in a cursive style with a large, stylized 'S' at the end.

Gabriel Iván Massón Solís
060457847-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto de Investigación, **EFFECTO DE CUATRO TIPOS DE SUSTRATO EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Myrcianthes hallii* BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN EL CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DEL CHIMBORAZO**, realizado por el señor **GABRIEL IVÁN MASSÓN SOLÍS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

| | FIRMA | FECHA |
|--|--|--------------|
| Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda M. Sc PRESIDENTE DEL TRIBUNAL |  | 2022-10-14 |
| Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva M. Sc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR |  | 2022-10-14 |
| Ing. Daniel Arturo Román Robalino M. Sc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL |  | 2022-10-14 |

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado con mucho cariño a mi querida madre Matilde Masón Solís, quien con mucho sacrificio, trabajo, paciencia y cariño me han brindado el apoyo incondicional para lograr culminar una etapa especial en mi vida y verme realizado como ingeniero, mi eterna gratitud por haber confiado enteramente en mí.

A mí querido hermana Anita María por estar siempre presente durante todo el proceso de mi formación profesional y haberme brindado su apoyo moral de forma incondicional.

En memoria del Ing. Hugo Rodríguez quien fue un buen profesor y un gran amigo

Gabriel

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Recursos Naturales por haberme acogido en su gloriosa carrera de Ingeniería Forestal y a toda su planta docente que se esmera arduamente por hacer llegar sus conocimientos y experiencias laborales a cada uno de nosotros, agradezco también a mi tutora Ing. Vilma Noboa y asesor Ing. Danilo Román; por guiarme a lo largo del desarrollo de mi proyecto de integración curricular.

Gabriel

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|-------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS..... | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xi |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | xii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xiii |
| RESUMEN | xiv |
| ABSTRACT..... | xiv |
| INTRODUCCIÓN | 1 |

CAPITULO I

| | |
|---|----------|
| 1. MARCO REFERENCIAL | 4 |
| 1.1. Descripción de la especie..... | 4 |
| 1.1.1. Clasificación taxonómica..... | 4 |
| 1.1.2. Descripción botánica..... | 4 |
| 1.1.2.1. Fuste | 4 |
| 1.1.2.2. Hojas..... | 5 |
| 1.1.2.3. Flores..... | 5 |
| 1.1.2.4. Frutos | 5 |
| 1.1.3. Distribución geográfica | 5 |
| 1.2. Características ecológicas | 5 |
| 1.2.1. Hábitat..... | 5 |
| 1.2.2. Usos | 6 |
| 1.2.2.1. Alimenticio | 6 |
| 1.2.2.2. Combustible | 6 |
| 1.2.2.3. Materia prima | 6 |
| 1.2.2.4. Medicinal | 6 |
| 1.3 Vivero..... | 7 |
| 1.3.1. Definición de vivero | 7 |
| 1.3.1.1. Superficie útil..... | 7 |
| 1.3.1.2. Superficie no cultivada | 7 |
| 1.3.2. Definición de vivero forestal | 8 |
| 1.3.3. Tipos de viveros forestales | 8 |
| 1.4. Propagación..... | 8 |
| 1.4.1. Tipos de propagación | 8 |

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 1.4.1.1. | <i>Propagación sexual</i> | 8 |
| 1.4.1.2. | <i>Propagación asexual</i> | 9 |
| 1.5. | Sustrato | 9 |
| 1.5.1. | <i>Clasificación de los sustratos</i> | 9 |
| 1.5.2. | <i>Funciones y usos</i> | 9 |
| 1.5.3. | <i>Sustratos empleados en el estudio</i> | 10 |
| 1.5.3.1. | <i>Tierra negra</i> | 10 |
| 1.5.3.2. | <i>Cascarilla de arroz</i> | 10 |
| 1.5.3.3. | <i>Turba</i> | 10 |
| 1.6. | Costo de producción de plantas | 11 |
| 1.6.1. | <i>Costo total</i> | 11 |
| 1.6.1.1. | <i>Costos variables</i> | 11 |
| 1.6.1.2. | <i>Costos fijos</i> | 11 |
| 1.6.2. | <i>Costo unitario</i> | 11 |
| 1.6.3. | <i>Costo - beneficio</i> | 12 |

CAPITULO II

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 2. | MARCO METODOLÓGICO | 13 |
| 2.1. | Materiales y métodos | 13 |
| 2.1.1. | <i>Características del lugar</i> | 13 |
| 2.1.1.1. | <i>Localización</i> | 13 |
| 2.1.1.2. | <i>Ubicación geográfica</i> | 13 |
| 2.1.1.3. | <i>Características climatológicas</i> | 14 |
| 2.1.2. | <i>Materiales y equipos</i> | 14 |
| 2.1.2.1. | <i>Materiales de campo</i> | 14 |
| 2.1.2.2. | <i>Material vegetativo</i> | 14 |
| 2.1.2.3. | <i>Equipo de campo</i> | 14 |
| 2.1.2.4. | <i>Equipos de oficina</i> | 15 |
| 2.2. | Metodología | 15 |
| 2.2.1. | <i>Fase de campo</i> | 15 |
| 2.2.1.1. | <i>Adecuación de la cama de cultivo</i> | 15 |
| 2.2.1.2. | <i>Preparación de sustratos</i> | 15 |
| 2.2.1.3. | <i>Enfundado de los tratamientos en estudio</i> | 15 |
| 2.2.1.4. | <i>Obtención del material vegetativo</i> | 16 |
| 2.2.1.5. | <i>Instalación del ensayo</i> | 16 |
| 2.2.2. | <i>Diseño experimental</i> | 16 |

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 2.2.2.1. | <i>Tipo de diseño experimental</i> | 16 |
| 2.2.2.2. | <i>Prueba de significancia</i> | 16 |
| 2.2.2.3. | <i>Esquema de análisis de varianza</i> | 16 |
| 2.2.2.4. | <i>Características de campo estructural</i> | 17 |
| 2.2.3. | <i>Variables en estudio</i> | 17 |
| 2.2.3.1. | <i>Cálculo del porcentaje de germinación</i> | 17 |
| 2.2.3.2. | <i>Toma de datos de Altura, DAC y número de hojas</i> | 17 |
| 2.2.4. | <i>Análisis económico</i> | 18 |

CAPITULO III

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 3. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 19 |
| 3.1. | Porcentaje de germinación | 19 |
| 3.2. | Análisis de resultados de las variables a los 20 días | 19 |
| 3.2.1. | <i>Altura</i> | 19 |
| 3.2.1.1. | <i>Análisis de varianza de la altura</i> | 19 |
| 3.2.1.2. | <i>Prueba de Tukey</i> | 20 |
| 3.2.2. | <i>DAC</i> | 21 |
| 3.2.2.1. | <i>Análisis de varianza de DAC</i> | 21 |
| 3.2.2.2. | <i>Prueba de Tukey</i> | 21 |
| 3.2.3. | <i>Número de hojas</i> | 22 |
| 3.2.3.1. | <i>Análisis de varianza del número de hojas</i> | 22 |
| 3.2.3.2. | <i>Prueba de Tukey</i> | 22 |
| 3.3. | Análisis de resultados de las variables a los 40 días | 23 |
| 3.3.1. | <i>Altura</i> | 23 |
| 3.3.1.1. | <i>Análisis de varianza de la altura</i> | 23 |
| 3.3.1.2. | <i>Prueba de Tukey</i> | 24 |
| 3.3.2. | <i>DAC</i> | 25 |
| 3.3.2.1. | <i>Análisis de varianza de DAC</i> | 25 |
| 3.3.2.2. | <i>Prueba de Tukey</i> | 25 |
| 3.3.3. | <i>Número de hojas</i> | 26 |
| 3.3.3.1. | <i>Análisis de varianza del número de hojas</i> | 26 |
| 3.3.3.2. | <i>Prueba de Tukey</i> | 27 |
| 3.4. | Análisis de resultados de las variables a los 60 días | 28 |
| 3.4.1. | <i>Altura</i> | 28 |
| 3.4.1.1. | <i>Análisis de varianza de la altura</i> | 28 |
| 3.4.1.2. | <i>Prueba de Tukey</i> | 28 |

| | | |
|-------------------------------|---|-----------|
| 3.4.2. | <i>DAC</i> | 29 |
| 3.4.2.1. | <i>Análisis de varianza de DAC</i> | 29 |
| 3.4.2.2. | <i>Prueba de Tukey</i> | 30 |
| 3.4.3. | <i>Número de hojas</i> | 31 |
| 3.4.3.1. | <i>Análisis de varianza del número de hojas</i> | 31 |
| 3.4.3.2. | <i>Prueba de Tukey</i> | 31 |
| 3.5. | Comparación de resultados entre tratamientos | 32 |
| 3.6. | Análisis del costo | 33 |
| CONCLUSIONES | | 35 |
| RECOMENDACIONES | | 36 |
| BIBLIOGRAFÍA | | |
| ANEXOS | | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|--------------------|---|----|
| Tabla 1-1: | Clasificación taxonómica de <i>Myrcianthes hallii</i> | 4 |
| Tabla 2-1: | Tipos de viveros forestales..... | 8 |
| Tabla 3-1: | Tipos de viveros forestales..... | 9 |
| Tabla 1-2: | Ubicación geográfica vivero FRN-ESPOCH. | 14 |
| Tabla 2-2: | Tratamientos en estudio. | 15 |
| Tabla 3-2: | Esquema de Análisis de Varianza. | 16 |
| Tabla 4-2: | Características de campo estructural. | 17 |
| Tabla 1-3: | Porcentaje de germinación por tratamiento. | 19 |
| Tabla 2-3: | Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 20 días. | 20 |
| Tabla 3-3: | Prueba de Tukey de la altura de las plantas a los 20 días. | 20 |
| Tabla 4-3: | Análisis de varianza del DAC de las plantas a los 20 días. | 21 |
| Tabla 5-3: | Prueba de Tukey del DAC de las plantas a los 20 días..... | 21 |
| Tabla 6-3: | Análisis de varianza del número de hojas a los 20 días..... | 22 |
| Tabla 7-3: | Prueba de Tukey del DAC de las plantas a los 20 días..... | 23 |
| Tabla 8-3: | Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 40 días. | 24 |
| Tabla 9-3: | Prueba de Tukey de la altura de las plantas a los 40 días. | 24 |
| Tabla 10-3: | Análisis de varianza del DAC de las plantas a los 40 días. | 25 |
| Tabla 11-3: | Prueba de Tukey del DAC de las plantas a los 40 días..... | 25 |
| Tabla 12-3: | Análisis de varianza del número de hojas a los 40 días..... | 26 |
| Tabla 13-3: | Prueba de Tukey del número de hojas de las plantas a los 40 días..... | 27 |
| Tabla 14-3: | Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 60 días. | 28 |
| Tabla 15-3: | Prueba de Tukey de la altura de las plantas a los 40 días. | 28 |
| Tabla 16-3: | Análisis de varianza del DAC de las plantas a los 60 días. | 29 |
| Tabla 17-3: | Prueba de Tukey del DAC de las plantas a los 60 días..... | 30 |
| Tabla 18-3: | Análisis de varianza del número de hojas a los 60 días..... | 31 |
| Tabla 19-3: | Prueba de Tukey del número de hojas de las plantas a los 40 días..... | 31 |
| Tabla 20-3: | Costo total de producción del ensayo..... | 33 |
| Tabla 21-3: | Costo de producción por tratamiento | 34 |
| Tabla 22-3: | Costo de producción por tratamiento | 34 |
| Tabla 23-3: | Relación costo beneficio | 34 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1-2: Ubicación geográfica del vivero FRN-ESPOCH..... | 13 |
|--|----|

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | | |
|----------------------|---|----|
| Gráfico 1-3: | Altura en mm de las plántulas a los 20 días. | 20 |
| Gráfico 2-3: | Diámetro a la altura del cuello en mm de las plántulas a los 20 días..... | 22 |
| Gráfico 3-3: | Número de hojas de las plántulas a los 20 días. | 23 |
| Gráfico 4-3: | Altura en mm de las plántulas a los 40 días. | 24 |
| Gráfico 5-3: | Diámetro a la altura del cuello en mm de las plántulas a los 40 días..... | 26 |
| Gráfico 6-3: | Número de hojas de las plántulas a los 40 días. | 27 |
| Gráfico 7-3: | Altura en mm de las plántulas a los 60 días. | 29 |
| Gráfico 8-3: | Diámetro a la altura del cuello en mm de las plántulas a los 60 días..... | 30 |
| Gráfico 9-3: | Número de hojas de las plántulas a los 60 días. | 32 |
| Gráfico 10-3: | Resultados entre tratamientos culminado el ensayo. | 32 |

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LA CAMA DE CULTIVO USANDO CAL

ANEXO B: PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS

ANEXO C: ENFUNDADO Y SIEMBRA DE *MYRCIANTHES HALLII*

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo comparar el efecto de cuatro tipos de sustrato en la propagación sexual de *Myrcianthes hallii* bajo condiciones de invernadero en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, con la finalidad de encontrar un medio de cultivo adecuado. Esta investigación se realizó en el invernadero de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, donde se estableció un diseño completamente al azar (DCA) formado por cuatro tratamientos, tres repeticiones y un total de 108 individuos. Se empleó 4 sustratos conformados de: T1 (Tierra negra 40% + cascarilla de arroz 30% + turba 30%), T2 (Tierra negra 20% + cascarilla de arroz 40% + turba 40%), T3 (Tierra negra 50% + cascarilla de arroz 20% + turba 30%), T4 (Tierra Negra 100%). En la fase de campo se efectuó la adecuación del vivero, elaboración de los sustratos, preparación del material vegetativo e instalación del ensayo. Las variables que fueron evaluadas para el desarrollo vegetativo fueron: porcentaje de germinación, altura, Diámetro de Altura del Cuello y número de hojas. Para el análisis estadístico se empleó la prueba de Tukey al 5% en el software Minitab, obteniendo como resultados que T3 presentó la mayor germinación con el 55,56%, para el mejor desarrollo morfológico se observó que T1 obtuvo diferencias significativas en las variables: altura (39,67 mm), DAC (1,7 mm) y número de hojas (5) superando a los demás tratamientos, en el análisis de costos los tratamientos que presentaron rentabilidad fueron T1, T2 y T3 con el 58%, 82% y 74%. Se concluyó que T1 es la mejor opción para la propagación sexual de *Myrcianthes hallii* por la calidad de las plántulas obtenidas en la presente investigación. Se recomienda realizar estudios similares en otros sitios variando el tiempo y sustratos a fin de generar conocimiento de esta especie.

Palabras clave: <ARRAYÁN (*Myrcianthes hallii*)>, <SUSTRATOS>, <GERMINACIÓN EN VIVERO>, <CALIDAD DE PLANTAS>, <PROPAGACIÓN SEXUAL>.



D.B.R.A.I.
Ing. Cristian Castilla




2026-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

This research aimed to compare the effect of four substrate types on the sexual propagation of *Myrcianthes hallii* under greenhouse conditions in order to find a suitable culture medium. This research was carried out in the greenhouse of the College of Natural Resources of the ESPOCH, in Riobamba City, Chimborazo Province. A completely randomized design was established, consisting of four treatments, three repetitions, and 108 individuals. Four substrates made up of: T1 (40% black soil + 30% rice husk + 30% peat), T2 (20% black soil + 40% rice husk + 40% peat), T3 (50% black soil + 20% rice husk + 30% peat), T4 (Black soil 100%) were used. In the field phase, the adequacy of the nursery, elaboration of the substrates, preparation of the vegetative material, and installation of the trial were carried out. The variables evaluated for vegetative development were germination percentage, height, Diameter of Neck Height (DNH), and the number of leaves. For the statistical analysis, the Tukey test at 5% was used in the Minitab software, obtaining results that T3 presented the highest germination with 55.56%. For the best morphological development, it was observed that T1 obtained significant differences in the variables: height (39.67 mm), DNH (1.7 mm), and the number of leaves (5) surpassing the other treatments. In the cost analysis, the treatments that presented profitability were T1, T2 and T3 with 58%, 82 %, and 74%. It was concluded that T1 is the best option for the sexual propagation of *Myrcianthes hallii* due to the quality of the seedlings obtained in the present investigation. It is recommended to carry out similar studies in other sites varying the time and substrates in order to generate knowledge of this species.

Keywords: <MYRCIAN (*Myrcianthes hallii*)>, <SUBSTRATES>, <NURSERY GERMINATION>, <QUALITY OF PLANTS>, <SEXUAL PROPAGATION>.

Riobamba, October 21st, 2022



Ph.D. Dennys Tenclanda López
ID number: 0603342189

INTRODUCCIÓN

Ecuador es considerado un país maderero por excelencia debido a que en su territorio se encuentra las especies maderables más valiosas a nivel mundial, por sus características de calidad: textura y durabilidad. La constante demanda de recursos maderables y no maderables obliga a buscar alternativas para la recuperación de zonas afectadas mediante la obtención de nuevos individuos con fines de preservación y reforestación, ya que los Andes ecuatorianos, ocupa el primer lugar dentro de las zonas afectadas por la deforestación (Acosta, 1992, p.75).

La deforestación provoca graves daños en el ecosistema haciendo necesario proponer acciones de remediación tomando en cuenta aspectos importantes como: especies presentes y construir el conocimiento ecológico de las mismas (García y Zapata, 2013, p.123).

El *Myrcianthes hallii* es una especie forestal de la familia Myrtaceae nombrada así por el coronel inglés Francis Hall, mismo que recolectó cientos de especies de plantas en todo el Ecuador, y su estudio fue realizado en la planicie de Quito por Otto Berg, la misma tiene reportes en Venezuela, Ecuador y Perú; y con cierta probabilidad en Colombia (García, 2017, p.9).

Dentro del Ecuador el *Myrcianthes hallii* se encuentra en bosques andinos con un rango altitudinal de 2800 a 3600 msnm principalmente en las provincias de: Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo y Cañar, dentro de las comunidades Tocagón, Cotopilaló, San Francisco, La providencia, Guanando, Banderas, Guarguallá, Quilloac, Chuchucán. Cabe destacar que su uso se enfoca en una variedad de industrias que lo emplean para fines de construcción, medicina, mueblería entre otros; al ser una especie con un desarrollo vegetativo lento pone en riesgo su existencia por la alta demanda (CESA, 1989, p.36).

La ejecución de estudios comparativos entre sustratos para la propagación sexual de especies forestales con el fin de proporcionar las condiciones óptimas, y lograr el adecuado desarrollo fenológico de la especie han sido relevantes al momento de implantar programas que impulsan la resiliencia ambiental mediante la reforestación con individuos de buenas características propias de la especie (Mora, 2005, p.102).

PROBLEMA

El consumo desigual y excesivo de los recursos naturales, resultado del progresivo incremento de la población que busca satisfacer sus necesidades, ha provocado que en los últimos años sea visible con mayor facilidad el alto índice de degradación de suelos, entre otros. Varias

instituciones entre ellas Organizaciones No Gubernamentales y el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica se han visto en la necesidad de remediar las zonas afectadas, enfocándose en la reforestación por medio de especies forestales nativas (MAATE, 2021, p.62).

En Ecuador la especie nativa *Myrcianthes hallii*, conocido entre otros de nombre común, como arrayán, posee distintas propiedades tanto para carpintería y construcción, como alimenticios y medicinales, sin mencionar su implementación en linderos e incluso de manera ornamental. El *Myrcianthes hallii* es calificado como una de las variedades maderables más valiosas del mundo, por lo cual, posee un índice de alta mayor al 60% (Grogan y Verrissimo, 2002, p.42).

El *Myrcianthes hallii* debido a su demanda muestra claros indicios de declive en su población, así mismo, la mayor parte de área de su distribución es presa de fragmentaciones, esto tiene como consecuencia una clara disminución en el número de individuos aprovechables, por factores que van desde un lento desarrollo vegetativo así como su semilla recalcitrante, razón suficiente por la cual la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestre la catalogaría dentro de la lista de especies en peligro vulnerable (CITES, 1994, p.35).

JUSTIFICACIÓN

El *Myrcianthes hallii* proporciona una diversa gama de bienes y servicios tanto maderables como no maderables, al ser una especie nativa de Ecuador se encuentra en la ubicación apropiada para su propagación sexual. Además, es una especie considerada por organizaciones como el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), en planes de reforestación y reconstrucción ambiental haciendo uso de especies nativas.

Por este motivo es necesario investigar tratamientos germinativos con *Myrcianthes hallii* que ayude a mejorar su desarrollo morfológico, mediante el estudio de la combinación de varios tipos de sustratos con el fin de conseguir el medio de cultivo adecuado que fortalezca las características propias de la especie, tomando como principal aspecto a considerar en la calidad de la plántula de *Myrcianthes hallii* el desarrollo de la altura, Diámetro a la Altura del Cuello (DAC) y número de hojas.

La presente investigación plantea comparar el efecto de cuatro sustratos en la propagación sexual de *Myrcianthes hallii* en condiciones de invernadero ya que existen muy pocos estudios en viveros que demuestren la obtención de plántulas de buena calidad, con el fin de generar una nueva fuente de información para la preservación de la especie, así como, su aplicación en programas de reforestación con individuos de buenas características que incrementen la probabilidad de éxito.

OBJETIVOS

GENERAL

Comparar el efecto de cuatro sustratos en la propagación sexual de *Myrcianthes hallii* bajo condiciones de invernadero en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de cada uno de los tratamientos en el porcentaje de germinación de *Myrcianthes hallii*.
- Definir en qué tratamiento se obtiene las mejores características en el crecimiento y desarrollo morfológico de *Myrcianthes hallii*.
- Realizar el análisis económico de la propagación.

HIPÓTESIS

NULA

H₀: Ninguno de los sustratos influye en la emergencia, crecimiento y desarrollo de arrayán (*Myrcianthes hallii*).

ALTERNATIVA

H_i: Al menos uno de los sustratos puede tener influencia en la emergencia, crecimiento y desarrollo de arrayán (*Myrcianthes hallii*).

CAPITULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 Descripción de la especie

1.1.1 Clasificación taxonómica

Myrcianthes hallii es una especie nativa del bosque Andino. La tabla 1-1 muestra su clasificación taxonómica.

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica de *Myrcianthes hallii*.

| <i>Myrcianthes hallii</i> | |
|---------------------------|---------------|
| Reino | Plantae |
| División | Fanerigame |
| Sub-División | Angiospermae |
| Clase | Dicotyledonae |
| Orden | Myrtales |
| Familia | Myrtaceae |
| Genero | Myrcianthes |
| Especie | Hallii |

Fuente: (Jaramillo, 2013, pp. 3-4).

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

1.1.2 Descripción botánica

Myrcianthes hallii comúnmente conocido como arrayán, es una especie arbórea, su corteza es de apariencia pardo-rojiza, se desprende del tronco a manera de láminas. Posee hojas simples, opuestas, ovadas y coriáceas, con haz verde oscuro brillante y envés más claro. Las flores poseen pétalos blancos y manchas rosadas en los botones; numerosos estambres cremosos. Se considera como drupa al fruto, de coloración negra-violeta en su etapa madura (PNQ, 2018, párr.1-2).

1.1.2.1 Fuste

Normalmente su tronco varía de tamaño medianos a grandes, con altura entre 6 y 15 metros, DAC entre 30 y 40 centímetros, posee un fuste retorcido e irregular, comúnmente con múltiples nudosidades, su corteza posee un tono rosáceo rugoso de 3 milímetros de espesor aproximadamente. Sus ramificaciones de forma opuesta forman una densa copa, redonda u ovalada (Palacios, 2011, p.89).

1.1.2.2 *Hojas*

Posee folios típicamente pequeños de forma ovalada y textura lisa, presenta un ápice obtuso de base redonda y presencia de peciolo. Sus nervaduras de apariencia pinnatinervias, se distinguen entre el haz y el envés por su coloración verde brillante y verde claro respectivamente, de disposición opuesta y textura coriariácea (Mora, 2005, p.102).

1.1.2.3 *Flores*

Su flor mediana perfecta de sépalos unidos de color blanco a blanco amarillento, la corola libre de 4 a 5 pétalos con estambres numerosos, con un ovario ínfero de 5 lóculos con 1 a 3 semillas en cada lóculo (Barragán y Remache, 1998, p.38).

1.1.2.4 *Frutos*

El fruto es una baya comestible para el hombre y los animales, de sabor atrayente dulce. En la parte central de la sierra ecuatoriana produce frutos de color café que contiene de 5 a 15 semillas; fructifica por los meses de marzo hasta abril (Palacios, 2011, p.89).

1.1.3 ***Distribución geográfica***

Myrcianthes hallii es una especie particular de los andes del Ecuador, con rangos altitudinales entre 1600 y 3300 msnm; razón por la cual se distribuye entre los Bosques Húmedos Andinos, sin embargo, también se reporta su presencia en zonas más bajas como Bosques Siempre Verde Andino, característica particular que permite su uso en técnicas agroforestales y plantaciones (Palacios, 2011, p.89).

1.2 **Características ecológicas**

1.2.1 ***Hábitat***

La especie *Myrcianthes hallii* es resistente a heladas sin embargo no soporta inviernos fuertes, por lo tanto, su prendimiento se da en lugares de suelos frescos y poco húmedo. De igual manera son tolerantes a ligeras sequías y pueden estar situados en lugares que se encuentran al sol como a la sombra. Por lo general requiere riegos moderados durante intervalos de tiempos controlados en sus primeras etapas de crecimiento, siendo este un parámetro importante para su correcto crecimiento y desarrollo (Velasgui, 2013, pp.80-81).

1.2.2 Usos

1.2.2.1 Alimenticio

En Ecuador, las hojas frescas de *Myrcianthes hallii* (O. Berg) Mc Vaugh, son una especia indispensable en su gastronomía. En las industrias cárnicas caseras se utilizan las hojas como condimento para darles un sabor especial (Loján, 1992, p.112). Las hojas se usan como especia en la preparación de champuz (tipo de chicha de maíz molido), colada y dulces de sambo en Cotopaxi, Carchi, Imbabura, Pichincha y Bolívar (De La Torre et al., 2008, p.468).

1.2.2.2 Combustible

Myrcianthes hallii sirve de combustible, ya sea como leña o para fabricar carbón. Las ramas secas, al igual que las hojas, son usadas como leña, los árboles viejos, ramas o troncos gruesos para fabricar carbón (CESA, 1992, p.38). Encontrándose en peligro de extinción en su habitat debido a la explotación incontrolada a través de los años (Mora, 2005, p.102).

1.2.2.3 Materia prima

Sus diversos usos se deben a la dureza, peso y color rosado a crema de la madera. Sirve de materia prima para la fabricación de arados, timones, puyas, rejas, postes, pilares, muebles, puertas, estacas, vigas de calidad y en la construcción de casas. Se usa como madera en la elaboración de artesanías y adornos, en algunos casos para la construcción de cercas. También se utiliza para elaborar arcos de violín, (CESA, 1992, p.36). Los agricultores la utilizan para cabos de las herramientas de labranza, (Monar, 2000, p.13).

1.2.2.4 Medicinal

Su propiedad medicinal se debe a la cualidad térmica caliente, sus hojas ricas en tanino y aceite volátil tienen principios activos como glucósido antraquinónico, ramnosantina, saponina y glucósidos de fenol. Los efectos medicinales encontrados son astringente, aromático, tónico estimulante, antiinflamatorio, descongestionante ocular, analgésico, emoliente, antirreumático, antiespasmódico, antigripal, antiséptico y para resolver problemas pulmonares, hepáticos y renales (CESA, 1993, p.183).

Al hervir la fruta en agua emana una cera de olor agradable con la cual se puede fabricar velas. Útil en el tratamiento de desarreglos pulmonares y para contrarrestar el sudor nocturno de la tisis.

Es un tónico y se dice que estimula las partes o funciones que están en decadencia. Las hojas secas y molidas secan heridas, las hojas verdes con su sabor agrídulce al ser masticadas mejoran las encías y blanquean los dientes (Mora, 2005, p.102).

En Azuay se siembra el arrayán como cerca viva con fines agroforestales debido a su capacidad de rebrote (De La Torre et al., 2008, p.468). El “Arrayán” por ser una especie que crece en los Andes y presta utilidad, así; se lo encuentra en linderos, dentro de los potreros, cerca de las viviendas y aún dentro de las propiedades urbanas por su valor ornamental (Loján, 1992, p.111).

1.3 Vivero

1.3.1 Definición de vivero

Según Boix (2017, p.7), se denomina “vivero” al conjunto de instalaciones agronómicas en un espacio de terreno definido y dedicado a la producción y desarrollo de toda clase de plantas herbáceas, leñosas, de carácter ornamental, frutal, etc., constituidos por diferentes tipos de parcelas e instalaciones donde se atiende de manera adecuada las necesidades ambientales de las plantas y se brinda de los cuidados precisos para su total desarrollo mientras llega el momento de ser transportadas a su lugar definitivo. Por tanto, el diseño de los viveros es fundamental en el éxito y la calidad de la producción.

Boix (2015, pp.11-16), también afirma que, independientemente de la finalidad de la empresa viverística, esta ocupa dos tipos de superficies, cada una contiene instalaciones y construcciones creadas para cumplir un objetivo específico de acuerdo al requerimiento del vivero, y estas son:

1.3.1.1 Superficie útil

Esta área comprende las instalaciones dedicadas exclusivamente a la producción de plantas, mismas que varían en función del tipo de planta que se planea producir, así como de los recursos económicos disponibles. Comprende instalaciones como: área de multiplicación, área de envasado, platabandas, umbráculos, instalaciones para la conservación del material vegetal.

1.3.1.2 Superficie no cultivada

Comprendida por las oficinas y edificaciones destinadas a brindar servicios, incluyen la recepción de clientes, zona de estacionamiento, espacios de gran altura cubiertos, vestidores para el personal, comedor y sanitario.

1.3.2 *Definición de vivero forestal*

Los viveros forestales son el primer paso de todo programa de reforestación, se define como un sitio destinado a la producción de plantas forestales que proporciona los cuidados adecuados previo a ser plantado en el territorio definitivo (Jiménez, 2002, p.2).

1.3.3 *Tipos de viveros forestales*

La tabla 2-1 presenta la clasificación de viveros forestales acorde a su razón:

Tabla 2-1: Tipos de viveros forestales.

| | |
|------------------------------------|---------------|
| Por tiempo | Permanentes |
| | Temporales |
| Por objetivos de producción | Comercial |
| | Investigación |
| Nivel de organización | Familiar |
| | Comunal |
| | Privado |
| | Regional |

Fuente: (Jiménez, 2002, p.4).

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

1.4 **Propagación**

La propagación de plantas ha sido reconocida como una práctica fundamental dentro de las ciencias agrícolas ya que de la calidad de la semilla botánica o material vegetativo empleado se basa todo el proceso productivo. Este proceso comprende todas las actividades destinadas a la multiplicación de plantas mediante métodos de tipo sexual o asexual acorde a las características y necesidades de la especie haciendo necesario el uso de tratamientos (Ordaz, 2010, párr.5).

1.4.1 *Tipos de propagación*

1.4.1.1 *Propagación sexual*

Se da mediante la semilla, el *Myrcianthes hallii* se propaga por semillas, estas se preparan 15 días antes de su siembra colocándola 24 a 48 horas en agua con la finalidad de regular y acelerar su germinación, al ser una semilla recalcitrante debe ser sembrada después de su recolección para no perder su poder germinativo (Borja, 1992, p.247) y (Lojan, 1992, p.111).

1.4.1.2 *Propagación asexual*

Requiere procedimiento y métodos que emplean partes vegetativas de las plantas. Debido a la característica propia del *Myrcianthes hallii* de rebrotar con facilidad, se encuentra en la capacidad de reproducirse mediante estacas de 15 cm de largo y de 1 a 2 cm de diámetro, se recomiendan un mínimo de 3 yemas, de preferencia de la parte media de las ramas. Su humedad debe ser elevada y de manera constante para alcanzar un prendimiento óptimo (Mora, 2005, p.102).

1.5 **Sustrato**

El término "sustrato" utilizado para la producción dentro de viveros, se refiere a cualquier material sólido distinto del suelo, que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico, y vertido en un recipiente en forma pura o mixta, permitiendo el prendimiento del sistema radicular (Sáez, 1999, p.232).

1.5.1 *Clasificación de los sustratos*

De acuerdo a su procedencia los sustratos se clasifican en orgánicos e inorgánicos. La tabla 3-1 muestra ejemplos de cada uno de ellos.

Tabla 3-1: Tipos de viveros forestales.

| Tipo | Ejemplos |
|-------------|--|
| Orgánico | Bagazo Cascarilla de arroz Fibra de coco Humus Paja Tierra negra Turba |
| Inorgánico | Arena Grava Lana de roca Perlita Roca volcánica Vermiculita |

Fuente: (Sáez, 1999, p. 232).

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

1.5.2 *Funciones y usos*

Comúnmente los sustratos se emplean como un soporte nutricional para una planta mediante la retención de agua, oxigenación de las raíces. Su uso se enfoca en la producción de plantas en viveros mediante su combinación en función de sus características.

1.5.3 *Sustratos empleados en el estudio*

El correcto desarrollo de una planta depende de los nutrientes del medio de cultivo, es importante su contenido de nitrógeno sin descuidar su porosidad, capacidad de retención hídrica y homogeneidad.

1.5.3.1 *Tierra negra*

En estudios realizados con anterioridad en el Ecuador, se denominó a los suelos como negro andino siempre y cuando se encuentren en rangos que oscilan entre 3000 a 4000 m.s.n.m. determinándolos como suelos francos con una capacidad de retención de agua del 100%, ubicándolos así, en las cordilleras con pendientes ligeras a muy pronunciadas, formando parte de vertientes (Padilla, 1999, p.77).

Según Agenjo (1964, p.989), la retención de humedad, textura franco arcilloso serían las propiedades más destacables de la tierra negra, a la vez que propiedades como estabilidad estructural y aireación tendrían una marcada dependencia de aportaciones de materia orgánica.

1.5.3.2 *Cascarilla de arroz*

Es un subproducto de la industria de la molienda de harina, abundante en las áreas de cultivo de arroz en muchos países, con buenas propiedades para su uso como medio de cultivo hidropónico. Entre sus principales propiedades físicas y químicas destaca el hecho de que es un sustrato orgánico poco biodegradable, liviano, bien drenado, bien ventilado y su principal costo es el transporte. Es el medio de cultivo hidropónico más utilizado en Colombia, cruda o parcialmente carbonizada. Las principales desventajas de la cascarilla de arroz son su baja capacidad de retención de agua y la dificultad para distribuir la humedad uniformemente (Calderón, 2002).

Según Zarp (1991, p.235), la cascarilla de arroz seca crea una base excepcionalmente ligera. con una densidad de solo 0,12 kg/l, produce una gran cantidad de cenizas durante la combustión (12%) blanco, gris e incluso rosa, de estructura granular, compuesta en un 90% sílice (SiO₂), similar al cuarzo.

1.5.3.3 *Turba*

Entre las plantas fósiles hay turbas, que consisten principalmente en plantas parcialmente descompuestas y restos de musgo. Su clasificación se basa en el estado de degradación, se les

conoce como rubias y negras, las sustancias con menor degradación corresponden a las rubias, debido a sus buenas propiedades fisicoquímicas, se suelen utilizar como sustrato (Escobar y Lee, 2009, p.20).

Al ser un material de uso combinado mediante la adición de otros materiales con la finalidad de mejorar o nivel nutricional, generalmente su pH se mantiene entre 5,5 y 6,5 y una densidad aparente de 0,05 y 0,15g/mL (Pinzón, 2012, p.44).

1.6 Costo de producción de plantas

Para efectuar un análisis económico es necesario determinar el costo de producción que hace referencia a los gastos implícitos en la ejecución de todo tipo de vivero para la producción de plantas, desde la compra de la semilla, fundas de polietileno, sustratos, recursos técnicos y equipos de campo (Cáceres, 2013, p.33).

Acorde al nivel de producción se tiene una relación inversa con el precio de producción, la actividad económica de un vivero depende de los ingresos obtenidos por la venta de plantas por tal motivo los costos de producción ayudan a obtener resultados de todo el proceso productivo hasta su venta.

1.6.1 Costo total

Hace referencia a la suma de los costos variables y fijos empleados para la producción de las plantas.

1.6.1.1 Costos variables

Son aquellos que su costo depende del nivel de producción.

1.6.1.2 Costos fijos

Son aquellos que se mantienen independientes del nivel de producción.

1.6.2 Costo unitario

Resulta de la división del costo total y la proyección de plantas obtenidas para su venta.

1.6.3 Costo - beneficio

El costo beneficio (B/C) es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, que brinda una visualización del grado de éxito del mismo. Su valor se obtiene de la división entre los beneficios netos y el costo de la inversión. Si el valor es mayor a 1 el proyecto se puede efectuar ya que sus resultados serán positivos, mientras que si es igual o menor a 1 no es viable (Rodríguez, 2021, párr.4).

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Materiales y métodos

2.1.1 *Características del lugar*

2.1.1.1 *Localización*

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el invernadero-FRN en la ESPOCH, ubicado en la parroquia Lizarzaburu, cantón Riobamba perteneciente a la provincia de Chimborazo.

2.1.1.2 *Ubicación geográfica*

En la figura 1-2 se muestra la ubicación geográfica donde desarrolló el presente trabajo.



Figura 1-2: Ubicación geográfica del vivero FRN-ESPOCH.

Fuente: (Wallancañay, T, 2021)

La tabla 1-2 muestra las coordenadas geográficas en unidades UTM.

Tabla 1-2: Ubicación geográfica vivero FRN-ESPOCH.

| | |
|--------------------|----------------|
| Coordenadas | X: 453589 UTM |
| | Y: 8659162 UTM |
| Altitud | 2850 m.s.n.m |

Fuente: (Wallancañay, T, 2021)

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

2.1.1.3 *Características climatológicas*

Basándose en datos del INAMHI (2018), se recopiló la siguiente información:

Temperatura media anual: 14 °C

Precipitación media anual: 561 mm

Altitud: 2850 m.s.n.m.

2.1.2 *Materiales y equipos*

2.1.2.1 *Materiales de campo*

- Carretilla
- Cascarilla de arroz
- Fundas de repique
- Regadera
- Semillas de la especie *Myrcianthes hallii*
- Tierra negra
- Turba
- Vernier o regla
- Zaranda

2.1.2.2 *Material vegetativo*

- Semillas de la especie *Myrcianthes hallii*

2.1.2.3 *Equipo de campo*

- Cámara fotográfica

2.1.2.4 Equipos de oficina

- Computador con software Minitab
- Hojas para impresión
- Impresora
- Lápiz y borrador
- Libreta de apuntes

2.2 Metodología

2.2.1 Fase de campo

2.2.1.1 Adecuación de la cama de cultivo

Para realizar el presente trabajo se procedió en primer lugar con la adecuación, limpieza y desinfección de la cama de cultivo del vivero FRN-ESPOCH, con dimensiones de 4 metros de largo y 2 metros de ancho. Para la desinfección se empleó oxido de calcio (CAL) a fin de eliminar patógenos que pudieran interferir en los resultados como se aprecia en el Anexo A.

2.2.1.2 Preparación de sustratos

Con el fin de eliminar posibles impurezas presentes en los sustratos: Tierra negra, cascarilla de arroz y turba se realizó un tamizado con ayuda de una zaranda acorde a lo evidenciado en el Anexo B.

2.2.1.3 Enfundado de los tratamientos en estudio

La tabla 2-2 muestra la proporción de los tratamientos, mismos que fueron enfundados en fundas de repique con dimensiones de 4'x8', culminando con el riego de agua caliente previo a la siembra del material vegetativo.

Tabla 2-2: Tratamientos en estudio.

| Tratamiento | Código | Composición | | |
|-------------|--------|--------------|---------------------|-------|
| | | Tierra negra | Cascarilla de arroz | Turba |
| 1 | T1 | 40 % | 30 % | 30 % |
| 2 | T2 | 20% | 40 % | 40 % |
| 3 | T3 | 50 % | 20 % | 30 % |
| 4 | T4 | 100 % | 0 % | 0 % |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

2.2.1.4 *Obtención del material vegetativo*

Las semillas de *Myrcianthes hallii* fueron proporcionadas por la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH mediante el personal encargado del vivero FRN. Previo a la siembra las semillas se encontraban en almacenamiento a una temperatura de 5 °C, con la finalidad de conservar su vitalidad y así poder ser empleada en el presente estudio.

2.2.1.5 *Instalación del ensayo*

Una vez que el sustrato preparado tuvo condiciones ideales de siembra se empleó una estaca para realizar un agujero de 3 centímetros de profundidad para proceder con la colocación y siembra de la semilla.

2.2.2 *Diseño experimental*

2.2.2.1 *Tipo de diseño experimental*

Para el presente trabajo de investigación se empleó un total de cuatro tratamientos, con tres repeticiones conformadas de 9 unidades de investigación teniendo un universo de investigación de 108 plantas, aplicando así, un Diseño Completo al Azar (D.C.A.).

2.2.2.2 *Prueba de significancia*

Para determinar cuál fue el mejor sustrato en la propagación sexual de *Myrcianthes hallii* se aplicó la prueba de Tukey al 5% de nivel de significancia.

2.2.2.3 *Esquema de análisis de varianza*

La tabla 3-2 muestra el ADEVA aplicado para el presente trabajo investigativo.

Tabla 3-2: Esquema de Análisis de Varianza.

| Fuente de variación FV | Fórmula | Grado de libertad GL |
|---------------------------|-----------|-------------------------|
| Tratamiento | t-1 | 3 |
| Error | t(n-1) | 8 |
| Total | (t)(n) -1 | 11 |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

Donde t es el número de tratamientos y n el número de repeticiones.

2.2.2.4 Características de campo estructural

La tabla 4-2 presenta el campo estructural del diseño experimental.

Tabla 4-2: Características de campo estructural.

| Descripción | Número |
|---|--------|
| Tratamientos | 4 |
| Repeticiones | 3 |
| Número de plantas por unidad experimental | 9 |
| Número de plantas por tratamiento | 27 |
| Total de plantas | 108 |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

2.2.3 Variables en estudio

2.2.3.1 Cálculo del porcentaje de germinación

Al inicio del estudio se registró los datos de germinación mediante observaciones directas de manera periódica hasta alcanzar el máximo de semillas germinadas. Mediante la aplicación de la fórmula enunciada por Ffolliott y Thames (1983, párr. 5), se obtuvo el índice de germinación por cada tratamiento.

$$x = (n / N) \times 100$$

Donde:

x = índice de germinación

n = número de semillas germinadas

N = total de semillas plantadas

2.2.3.2 Toma de datos de Altura, DAC y número de hojas

Se registró datos del desarrollo vegetativo de los sujetos de investigación, referente a la altura, diámetro a la altura del cuello y número de hojas a los 20, 40 y 60 días terminada la fase de germinación. Tomando estos periodos de tiempo a fin de determinar cambios y características específicas en la especie durante el desarrollo del ensayo, así como para poder contrastar y discutir los resultados con los obtenidos en trabajos similares.

Para la recolección de datos de la altura se utilizó un flexómetro, al igual que se empleó el vernier en la medición del DAC, para el número de hojas se efectuó un conteo mediante observación directa de las plántulas.

2.2.4 *Análisis económico*

Para efectuar el análisis económico de la propagación se encontró el costo total de producción por cada tipo de tratamiento, siguiendo la metodología de Cáceres (2013, p.33), mediante la aplicación de la fórmula que hace relación a la suma de los costos fijos y variables inmersos en la implementación del experimento.

$$CT = CF + CV$$

Donde:

CT = Costo Total

CF = Costos Fijos

CV = Costos Variables

Estos costos fueron agrupados en una tabla a fin de determinar el costo unitario por planta en cada tratamiento, empleando la ecuación de costo unitario.

$$CU = CTr / n$$

Donde:

CU = Costo Unitario

CTr = Costos Total por tratamiento

n = número de individuos por tratamiento

Para el cálculo del costo-beneficio se empleó la metodología de Rodríguez (2021, párr.4) haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$B/C = \text{Beneficios netos} / \text{Costos de inversión}$$

Donde:

B/C = Costo-beneficio

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Porcentaje de germinación

Se alcanzo un máximo de semillas germinadas en un lapso de 8 semanas, la tabla 1-3 presenta los resultados obtenidos acorde a cada tratamiento.

Tabla 1-3: Porcentaje de germinación por tratamiento.

| Tratamiento | Porcentaje de germinación x |
|-------------|--------------------------------|
| T1 | 44,44 % |
| T2 | 44,44 % |
| T3 | 55,56 % |
| T4 | 33,33 % |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

De acuerdo a la tabla 1-3, el T3 conformado por tierra negra + cascarilla de arroz + turba (5-2-3) posee el mayor índice de germinación con un porcentaje de 55,56 %, seguido de los T1 y T2 que comparten un mismo valor de 44,44 %. El T4 compuesto en su totalidad por el sustrato de tierra negra posee el resultado más bajo con un total del 33,33 % de germinación, resultado inferior a los obtenidos con los restantes tratamientos.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Chipantiza (2021, p. 29). En su estudio de la evaluación de sustratos, utilizó un medio de cultivo conformado por S3 (70% Tierra negra + 30% Compost) logrando un 68 % de germinación de en un lapso de 6 semanas comprobando que la combinación de sustratos obtiene mejores resultados en comparación con un sustrato puro ya que su tratamiento S1 al 100 % de arena de río obtuvo el menor resultado de germinación siendo de 30% en equivalencia con el T4 resultante del presente trabajo.

3.2 Análisis de resultados de las variables a los 20 días

3.2.1 *Altura*

3.2.1.1 *Análisis de varianza de la altura*

Mediante el análisis de varianza tabla 2-3, se puede estipular que los tratamientos registran diferencias significativas en los resultados de la altura.

Tabla 2-3: Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 20 días.

| FV | SC | GL | CM | FC | FT | Valor crítico para F |
|--------------|----------|----|---------|-------|-------|----------------------|
| Tratamientos | 1191,514 | 3 | 397,171 | 0,670 | 0,594 | 4,066 |
| Error | 4740,148 | 8 | 195,347 | | | |
| Total | 5931,662 | 11 | | | | |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

3.2.1.2 Prueba de Tukey

Basado en los resultados de la tabla 3-3, con un nivel de significancia del 5% se observa que existe diferencias significativas entre tratamientos en el que se formó tres rangos. En el primero se encuentra el T4 (Tierra negra 100%). El segundo conformado por T1 (Tierra negra 40%, Cascarilla de arroz 30%, Turba 30%) y T2 (Tierra negra 20%, Cascarilla de arroz 40%, Turba 40%). Y el tercero por T3 (Tierra negra 50%, Cascarilla de arroz 20%, Turba 30%).

Tabla 3-3: Prueba de Tukey de la altura de las plantas a los 20 días.

| Tratamiento | Media | Significancia de probabilidad |
|-------------|-------|-------------------------------|
| T4 | 39,33 | A |
| T1 | 27,00 | AB |
| T2 | 25,00 | AB |
| T3 | 12,83 | B |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

Mediante el Gráfico 1-3 se puede evidenciar una superioridad en las medias de la altura del Tratamiento 4 con un valor del 39,33 mm. al transcurso de 20 días de crecimiento de las plantas seguido por el Tratamiento 1 y 2 con alturas de 27,00 y 25,00 mm respectivamente. La menor altura es representada por el T3 con 12,83 mm de altura.

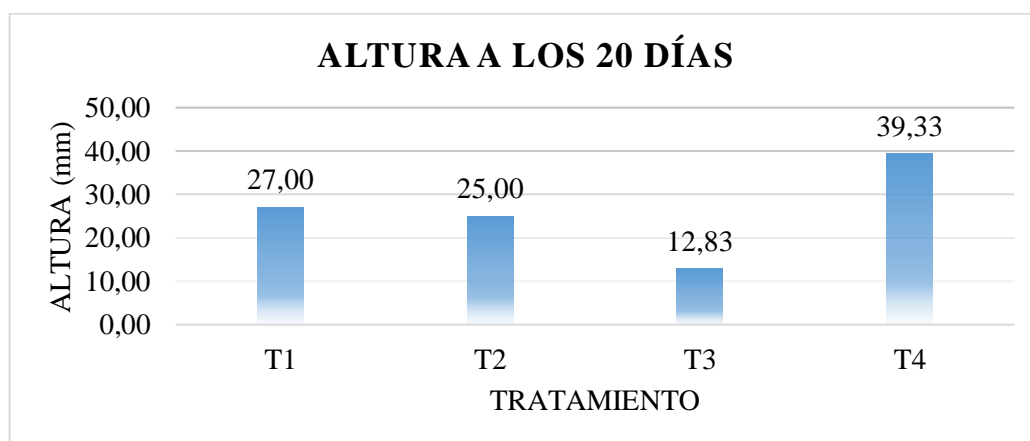


Gráfico 1-3: Altura en mm de las plántulas a los 20 días.

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

De acuerdo al trabajo realizado por Chipantiza (2021, p.31) los resultados en su estudio, obtuvo en un lapso de 30 días como mejor media de crecimiento 19,1 mm en el sustrato 1 formado por 100% Arena de río, denotando que en sustratos puros se obtiene la mayor altura en los días iniciales de crecimiento como se evidenció en el T4 (Tierra negra 100%) del presente estudio.

3.2.2 DAC

3.2.2.1 Análisis de varianza de DAC

Haciendo uso del análisis de varianza se determina que existen diferencias significativas en el DAC entre los tratamientos, mismos que son reflejados en la tabla 4-3.

Tabla 4-3: Análisis de varianza del DAC de las plantas a los 20 días.

| FV | SC | GL | CM | FC | FT | Valor crítico para F |
|--------------|-------------|----|-------------|----------|---------|----------------------|
| Tratamientos | 0,471091667 | 3 | 0,157030556 | 1,127351 | 0,39420 | 4,066 |
| Error | 1,114333333 | 8 | 0,139291667 | | | |
| Total | 1,585425 | 11 | | | | |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

3.2.2.2 Prueba de Tukey

La Tabla 5-3, nos permite afirmar que, a un nivel de significancia del 5% existen diferencias significativas, misma que forma dos rangos. En el primero se encuentra el T1 (Tierra negra 40%, Cascarilla de arroz 30%, Turba 30%) y el segundo en orden descendente formado por T3 (Tierra negra 50%, Cascarilla de arroz 20%, Turba 30%), T4 (Tierra negra 100%) y T2 (Tierra negra 20%, Cascarilla de arroz 40%, Turba 40%).

Tabla 5-3: Prueba de Tukey del DAC de las plantas a los 20 días.

| Tratamiento | Media | Significancia de probabilidad |
|-------------|-------|-------------------------------|
| T1 | 1,243 | A |
| T3 | 0,98 | B |
| T4 | 0,9 | B |
| T2 | 0,69 | B |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

El gráfico 2-3 muestra que T1 tiene el mayor DAC con una media de 1,24 mm, seguido de T3 y T4 con 0,98 mm y 0,9 mm. Finalmente el T2 es quien obtuvo el menor resultado con 0,69 mm.

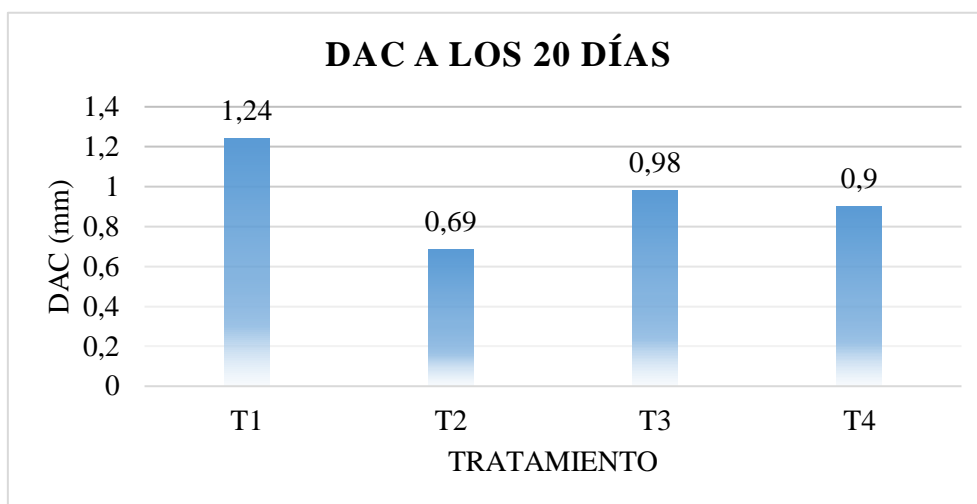


Gráfico 2-3: Diámetro a la altura del cuello en mm de las plántulas a los 20 días.

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

De acuerdo a los resultados de Chipantiza (2021, p.29) obtuvo un DAC a los 30 días una media máxima de 0,70 mm con el sustrato compuesto de Arena de río al 100%, valor que se encuentra dentro del rango de los tratamientos en el presente estudio, denotando en el T1, T3 y T4 valores superiores.

3.2.3 Número de hojas

3.2.3.1 Análisis de varianza del número de hojas

Haciendo uso del análisis de varianza se determina que no existen diferencias significativas en el número de hojas entre los tratamientos como se evidencia en la tabla 6-3, ya que todos los tratamientos poseen al menos un foliolo formado al término de los 20 días.

Tabla 6-3: Análisis de varianza del número de hojas a los 20 días.

| FV | SC | GL | CM | FC | FT | Valor crítico para F |
|--------------|-------|----|-------|-------|-------|----------------------|
| Tratamientos | 0,896 | 3 | 0,299 | 0,387 | 0,765 | 4,066 |
| Error | 6,167 | 8 | 0,771 | | | |
| Total | 7,063 | 11 | | | | |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

3.2.3.2 Prueba de Tukey

La Tabla 7-3, nos permite afirmar que, a un nivel de significancia del 5% no existen diferencias significativas a los 20 días, al formar un único grupo integrado por los cuatro tratamientos en estudio: T1 (Tierra negra 40%, Cascarilla de arroz 30%, Turba 30%), T2 (Tierra negra 20%,

Cascarilla de arroz 40%, Turba 40%), T3 (Tierra negra 50%, Cascarilla de arroz 20%, Turba 30%) y T4 (Tierra negra 100%).

Tabla 7-3: Prueba de Tukey del DAC de las plantas a los 20 días.

| Tratamiento | Media | Significancia de probabilidad |
|-------------|-------|-------------------------------|
| T4 | 1 | A |
| T2 | 1 | A |
| T1 | 1 | A |
| T3 | 1 | A |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

La gráfica 3-3 muestra que en los cuatro tratamientos a los 20 días tienen al menos una hoja formada confirmando que no existen diferencias.

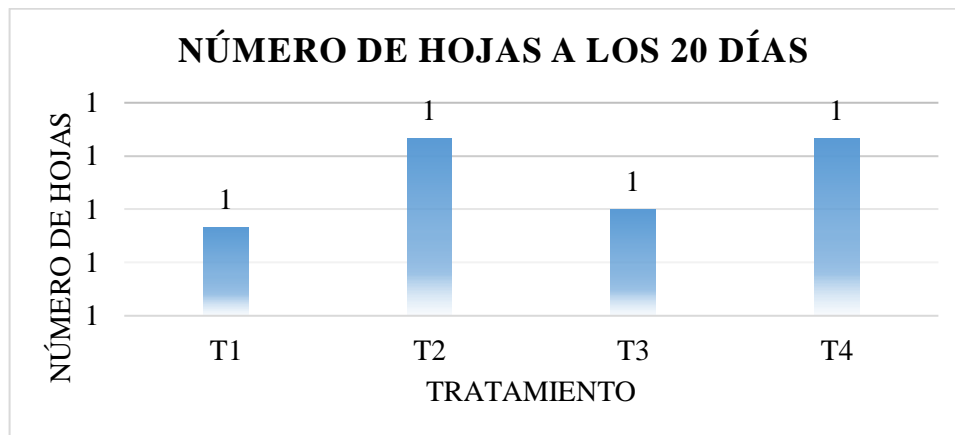


Gráfico 3-3: Número de hojas de las plántulas a los 20 días.

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

Acorde a los resultados obtenidos por Chipantiza (2021, p.33) todos los tratamientos efectuados en su estudio muestran superioridad en comparación con los del presente estudio, ya que a los 30 días tenían al menos dos hojas formadas.

3.3 Análisis de resultados de las variables a los 40 días

3.3.1 Altura

3.3.1.1 Análisis de varianza de la altura

Haciendo uso del análisis de varianza se determina que existen diferencias significativas en la altura entre los tratamientos, mismos que son reflejados en la tabla 8-3.

Tabla 8-3: Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 40 días.

| FV | SC | GL | CM | FC | FT | Valor crítico para F |
|--------------|---------|----|--------|------|------|----------------------|
| Tratamientos | 1555,58 | 3 | 518,53 | 0,67 | 0,59 | 4,07 |
| Error | 6069,17 | 8 | 252,88 | | | |
| Total | 7624,75 | 11 | | | | |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

3.3.1.2 Prueba de Tukey

Basado en los resultados de la tabla 9-3, con un nivel de significancia del 5% se observa que existe diferencias significativas entre tratamientos en el que se formó tres rangos. En el primero se encuentra el T4 (Tierra negra 100%). El segundo conformado por T1 (Tierra negra 40%, Cascarilla de arroz 30%, Turba 30%) y T2 (Tierra negra 20%, Cascarilla de arroz 40%, Turba 40%). Y el tercero por T3 (Tierra negra 50%, Cascarilla de arroz 20%, Turba 30%).

Tabla 9-3: Prueba de Tukey de la altura de las plantas a los 40 días.

| Tratamiento | Media | Significancia de probabilidad |
|-------------|-------|-------------------------------|
| T4 | 48,7 | A |
| T1 | 31,3 | AB |
| T2 | 29,6 | AB |
| T3 | 16,67 | B |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

El gráfico 4-3 muestra que, a los 40 días el T4 obtuvo la máxima altura con media de 48,67 mm, seguido de T1 y T2 con 31,33 mm y 29,55 mm. Finalmente el T3 es quien obtuvo el peor resultado registrando una altura de 16,67 mm.

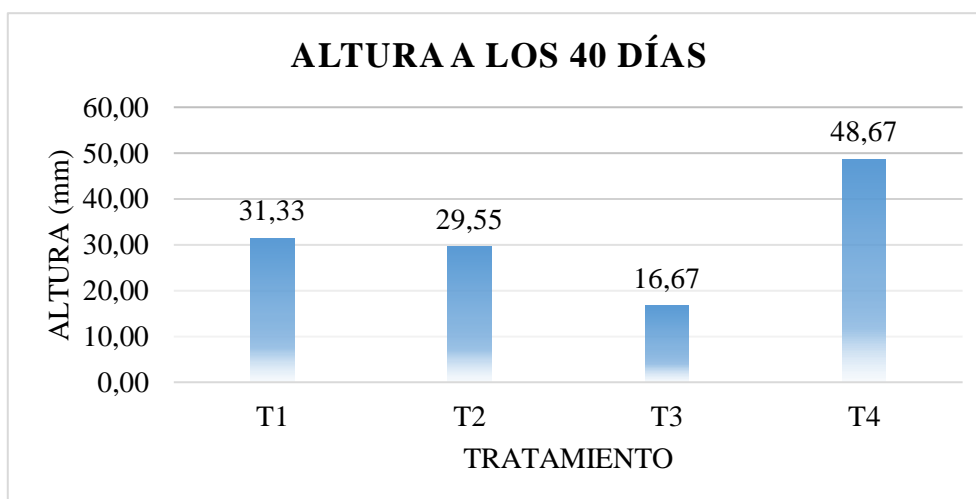


Gráfico 4-3: Altura en mm de las plántulas a los 40 días.

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

El estudio de Chipantiza (2021, p.32) obtuvo una media de crecimiento máximo de 24,1 mm en 45 días de estudio con el sustrato 3 (Tierra negra 70%, Compost 30%), mientras que en el presente estudio a los 30 días se obtuvo 48,67 mm de altura con el T4 compuesto de tierra negra al 100%, los tratamientos de sustratos combinados T1 y T2 de igual manera evidenció resultados superiores y solamente el T3 mostró inferioridad.

3.3.2 DAC

3.3.2.1 Análisis de varianza de DAC

Haciendo uso del análisis de varianza se determina que existen diferencias significativas en el DAC entre los tratamientos, mismos que son reflejados en la tabla 10-3.

Tabla 10-3: Análisis de varianza del DAC de las plantas a los 40 días.

| FV | SC | GL | CM | FC | FT | Valor crítico para F |
|--------------|-------|----|-------|-------|-------|----------------------|
| Tratamientos | 0,356 | 3 | 0,119 | 0,749 | 0,725 | 4,066 |
| Error | 3,488 | 8 | 0,145 | | | |
| Total | 3,844 | 11 | | | | |

**

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

3.3.2.2 Prueba de Tukey

La Tabla 5-3, nos permite afirmar que, a un nivel de significancia del 5% existen diferencias significativas, al tener como resultado dos grupos. El primero representado por T1 (Tierra negra 40%, Cascarilla de arroz 30%, Turba 30%).

El segundo integrado en orden descendente por los tratamientos T3 (Tierra negra 50%, Cascarilla de arroz 20%, Turba 30%), T4 (Tierra negra 100%) y T2 (Tierra negra 20%, Cascarilla de arroz 40%, Turba 40%).

Tabla 11-3: Prueba de Tukey del DAC de las plantas a los 40 días.

| Tratamiento | Media | Significancia de probabilidad |
|-------------|--------|-------------------------------|
| T1 | 1,467 | A |
| T3 | 1,133 | B |
| T4 | 1,0667 | B |
| T2 | 1,033 | B |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

El gráfico 5-3 muestra que el T1 obtuvo resultados superiores en comparación a los demás registrando una media máxima de 1,47 mm. Mientras que en los restantes tratamientos se registró valores similares entre sí en un rango de 1,03 mm a 1,13 mm.

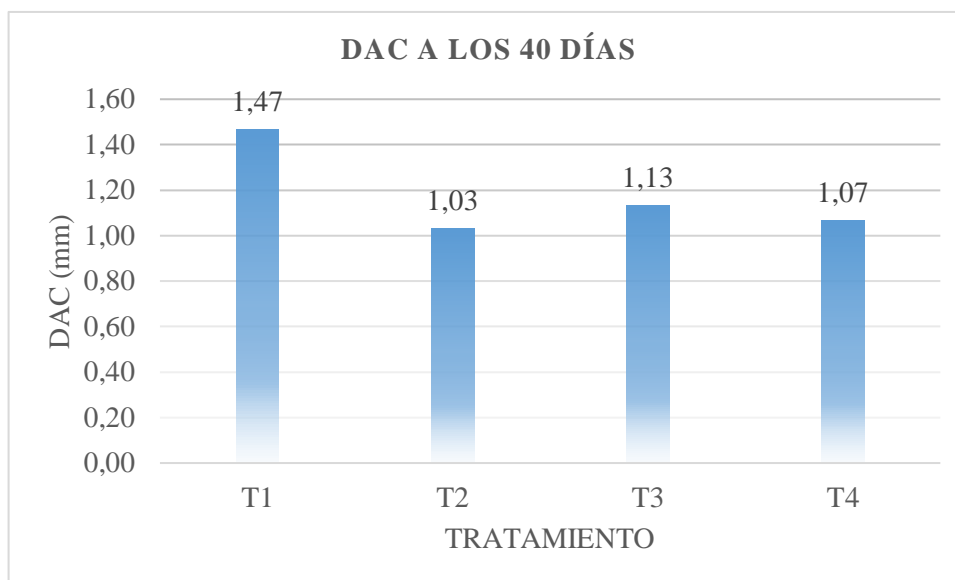


Gráfico 5-3: Diámetro a la altura del cuello en mm de las plántulas a los 40 días.

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

De acuerdo a Chipantiza (2021, p.30) a los 45 días obtuvo un valor máximo DAC de 0,81 mm con el sustrato 3 (70% Tierra negra, 30% Compost), valor inferior a todos los alcanzados con los cuatro tratamientos del presente estudio, siendo el T1 compuesto de Tierra negra 40%, Cascarilla de arroz 30% y Turba 30% el de mejor resultado al alcanzar un DAC de 1,47 mm. De igual manera T2, T3 y T4 con alturas similares entre sí, mantienen la tendencia de un mejor diámetro de altura de cuello en el presente estudio.

3.3.3 Número de hojas

3.3.3.1 Análisis de varianza del número de hojas

Haciendo uso del análisis de varianza se determinó que existen diferencias significativas en el número de hojas entre los tratamientos, mismos que son reflejados en la tabla 12-3.

Tabla 12-3: Análisis de varianza del número de hojas a los 40 días.

| FV | SC | GL | CM | FC | FT | Valor crítico para F |
|--------------|--------|----|-------|-------|-------|----------------------|
| Tratamientos | 15,333 | 3 | 5,111 | 0,646 | 0,607 | 4,066 |
| Error | 67,33 | 8 | 2,806 | | | |
| Total | 82,663 | 11 | | | | |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

3.3.3.2 Prueba de Tukey

La Tabla 13-3, nos permite afirmar que, a un nivel de significancia del 5% existen diferencias significativas, al tener como resultado dos grupos integrados por dos tratamientos cada uno. El primero por T2 (Tierra negra 20%, Cascarilla de arroz 40%, Turba 40%) y T4 (Tierra negra 100%). El segundo por T1 (Tierra negra 40%, Cascarilla de arroz 30%, Turba 30%) y T3 (Tierra negra 50%, Cascarilla de arroz 20%, Turba 30%).

Tabla 13-3: Prueba de Tukey del número de hojas de las plantas a los 40 días.

| Tratamiento | Media | Significancia de probabilidad |
|-------------|-------|-------------------------------|
| T2 | 5 | A |
| T4 | 4 | A |
| T1 | 3 | B |
| T3 | 2 | B |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

El gráfico 6-3 evidencia que el tratamiento T2 obtuvo el máximo valor medio de hojas llegando a la cantidad de 5, seguido de T4 con 4 hojas, mientras que T1 y T2 presentan 3 y 2 hojas respectivamente. Siendo este último el de peor resultado a los 40 días.

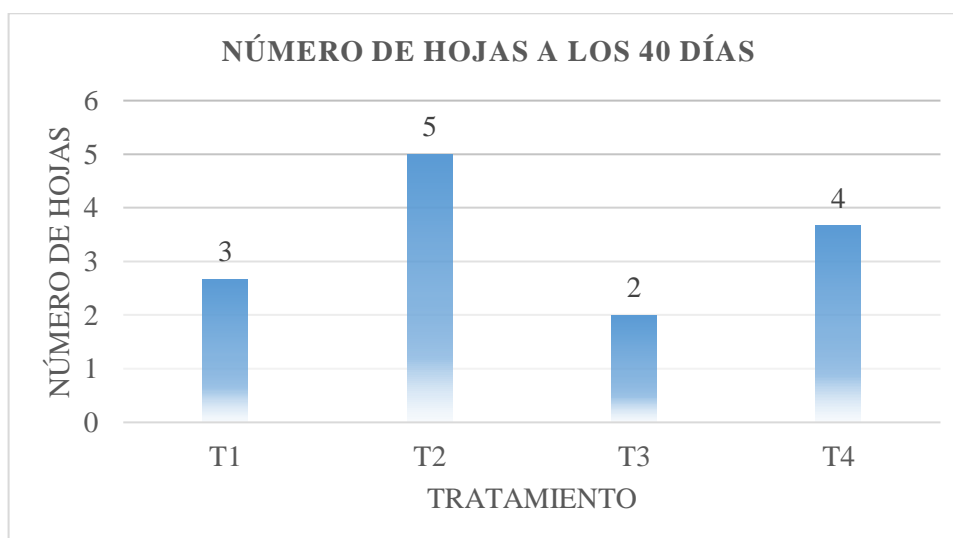


Gráfico 6-3: Número de hojas de las plántulas a los 40 días.

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

Acorde a lo obtenido por Chipantiza (2021, p.34) a los 45 días, su mejor resultado siendo 4 hojas obtenido con el sustrato S3 (Tierra Negra 70%, Compost 30%), es igual al obtenido con el T4 (Tierra Negra 100%) pero inferior en una unidad al T2 (Tierra negra 20%, Cascarilla de arroz 40%, Turba 40%) del presente estudio.

3.4 Análisis de resultados de las variables a los 60 días

3.4.1 Altura

3.4.1.1 Análisis de varianza de la altura

Haciendo uso del análisis de varianza se determina que existen diferencias significativas en la altura entre los tratamientos a los 60 días, mismos que son reflejados en la tabla 14-3.

Tabla 14-3: Análisis de varianza de la altura de las plantas a los 60 días.

| FV | SC | GL | CM | FC | FT | Valor crítico para F |
|--------------|----------|----|--------|-------|-------|----------------------|
| Tratamientos | 2292,67 | 3 | 764,22 | 0,833 | 0,517 | 4,347 ** |
| Error | 10830,17 | 8 | 451,26 | | | |
| Total | 13122,84 | 11 | | | | |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

3.4.1.2 Prueba de Tukey

De acuerdo a los resultados de la tabla 15-3, con un nivel de significancia del 5% se observa que existe diferencias significativas entre tratamientos en el que se formó tres rangos. En el primero se encuentra el T4 (Tierra negra 100%). El segundo conformado por T1 (Tierra negra 40%, Cascarilla de arroz 30%, Turba 30%) y T2 (Tierra negra 20%, Cascarilla de arroz 40%, Turba 40%). Y el tercero por T3 (Tierra negra 50%, Cascarilla de arroz 20%, Turba 30%).

Tabla 15-3: Prueba de Tukey de la altura de las plantas a los 40 días.

| Tratamiento | Media | Significancia de probabilidad |
|-------------|-------|-------------------------------|
| T4 | 59,00 | A |
| T1 | 39,70 | AB |
| T2 | 37,30 | AB |
| T3 | 20,00 | B |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

El gráfico 7-3, muestra que el T4 logró la mayor altura con un valor medio de 59 mm, seguido por el T1 con 39,67 mm de altura y T2 con 37,33 mm. El menor resultado en altura se evidenció con el tratamiento T3 al lograr tan solo 20 mm de altura de la planta transcurridos los 60 días de estudio. Estos resultados guardaron relación en orden de los tratamientos de mayor a menor altura de acuerdo a los obtenidos en el estudio a los 40 días.

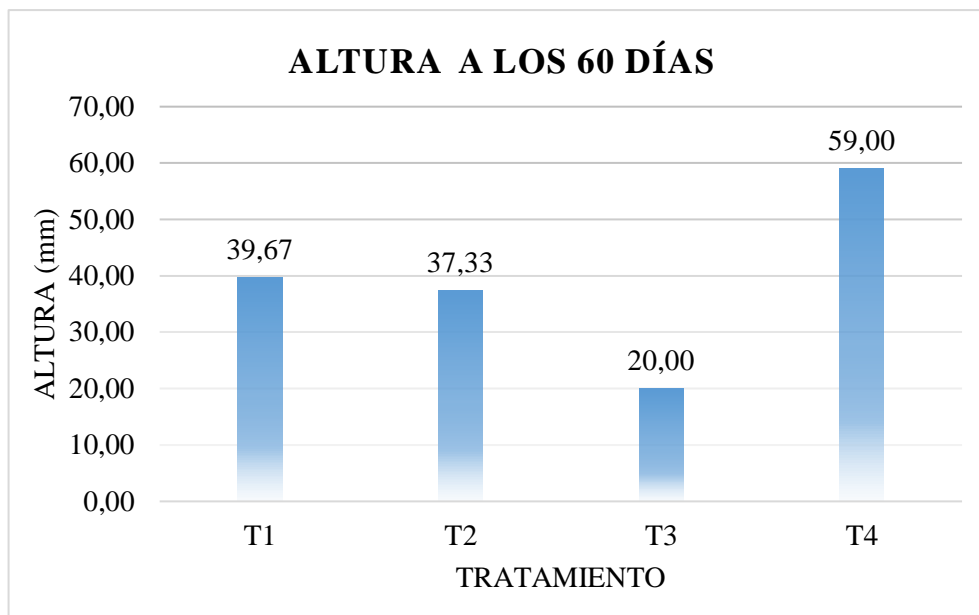


Gráfico 7-3: Altura en mm de las plántulas a los 60 días.

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

En comparación con el estudio efectuado por Chipantiza (2021, p.33), obtuvo en sus resultados a los 60 días una máxima altura promedio de 27,9 mm con el sustrato 3 (70% Tierra negra, 30% Compost), resultado muy inferior al alcanzado por el T4 (Tierra negra 100%) con 59 mm; y cercano, pero aún menor a la altura obtenida en los tratamientos T1 y T2 con 39,67 y 37,33 mm respectivamente. El resultado obtenido por Monta de igual manera supera considerablemente al alcanzado por el T3 del presente estudio.

3.4.2 DAC

3.4.2.1 Análisis de varianza de DAC

Haciendo uso del análisis de varianza se determina que existen diferencias significativas en el DAC entre los tratamientos una vez transcurridos los 60 días de estudio, mismos que son reflejados en la tabla 16-3.

Tabla 16-3: Análisis de varianza del DAC de las plantas a los 60 días.

| FV | SC | GL | CM | FC | FT | Valor crítico para F |
|--------------|-------|----|-------|-------|-------|----------------------|
| Tratamientos | 0,725 | 3 | 0,242 | 0,771 | 0,542 | 4,066 |
| Error | 1,724 | 8 | 0,072 | | | |
| Total | 2,449 | 11 | | | | |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

**

3.4.2.2 Prueba de Tukey

La Tabla 17-3, nos permite afirmar que, a un nivel de significancia del 5% existen diferencias significativas en el que se formó tres rangos de significancia. En el primero se encuentra T1 (Tierra negra 40%, Cascarilla de arroz 30%, Turba 30%). El segundo integrado por T3 (Tierra negra 50%, Cascarilla de arroz 20%, Turba 30%) y T4 (Tierra negra 100%). El tercero representado por T2 (Tierra negra 20%, Cascarilla de arroz 40%, Turba 40%).

Tabla 17-3: Prueba de Tukey del DAC de las plantas a los 60 días.

| Tratamiento | Media | Significancia de probabilidad |
|-------------|-------|-------------------------------|
| T1 | 1,730 | A |
| T3 | 1,417 | AB |
| T4 | 1,333 | AB |
| T2 | 1,043 | B |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

El gráfico 8-3 muestra que el mayor DAC a los 60 días de estudio se obtuvo con el tratamiento T1 con una media máxima de 1,73 mm, seguido de los tratamientos T2 y T3 con 1,42 mm y 1,33 mm respectivamente, resultados que no distan de manera significativa. Mientras que con el tratamiento T2 se alcanzó el peor resultando, llegando a un DAC de 1,04 mm.

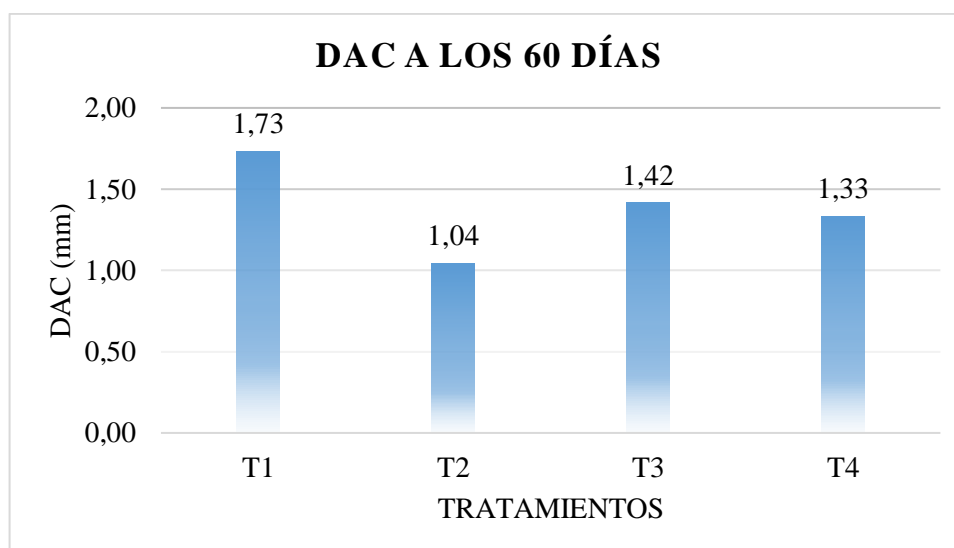


Gráfico 8-3: Diámetro a la altura del cuello en mm de las plántulas a los 60 días.

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Chipantiza (2021, p.31), obtuvo un DAC de 1,11 mm como media máxima a los 60 días con un sustrato 3 compuesto de Tierra negra 70% y Compost 30%. En comparación con los resultados del presente estudio, los tratamientos T4 y T3 con un

DAC de 1,33 mm y 1,42 mm respectivamente superan los resultados de Chipantiza, incluso el tratamiento T1 (Tierra negra 40%, Cascarilla de arroz 30%, Turba 30%) consiguió el máximo DAC con 1,73 mm. Siendo el T2 el único inferior con un valor de 1,04 mm.

3.4.3 *Número de hojas*

3.4.3.1 *Análisis de varianza del número de hojas*

Mediante el análisis de varianza se determinó que existen diferencias significativas en el número de hojas entre los tratamientos a los 60 días, mismos que son reflejados en la tabla 18-3.

Tabla 18-3: Análisis de varianza del número de hojas a los 60 días.

| FV | SC | GL | CM | FC | FT | Valor crítico para F |
|--------------|--------|----|-------|------|------|----------------------|
| Tratamientos | 16,67 | 3 | 5,56 | 1,19 | 0,38 | 4,35 |
| Error | 358,67 | 8 | 14,94 | | | |
| Total | 375,34 | 11 | | | | |

**

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

3.4.3.2 *Prueba de Tukey*

La Tabla 19-3, nos permite afirmar que, a un nivel de significancia del 5% existen diferencias significativas, al tener como resultado que se formó tres grupos. En el primero se encuentra T2 (Tierra negra 20%, Cascarilla de arroz 40%, Turba 40%). El segundo integrado por T4 (Tierra negra 100%) y T1 (Tierra negra 40%, Cascarilla de arroz 30%, Turba 30%). Y el tercero por T3 (Tierra negra 50%, Cascarilla de arroz 20%, Turba 30%).

Tabla 19-3: Prueba de Tukey del número de hojas de las plantas a los 40 días.

| Tratamiento | Media | Significancia de probabilidad |
|-------------|-------|-------------------------------|
| T2 | 10 | A |
| T4 | 5 | AB |
| T1 | 5 | AB |
| T3 | 3 | B |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

En el gráfico 9-3 muestra que, al transcurso de 60 días la máxima media del número de hojas se logró con el T2 al tener 10 hojas. En seguida con resultados iguales los tratamientos T1 y T4 alcanzaron 5 hojas. Finalmente, el T3 presenta una media de 3 hojas, siendo este el tratamiento de menor respuesta.

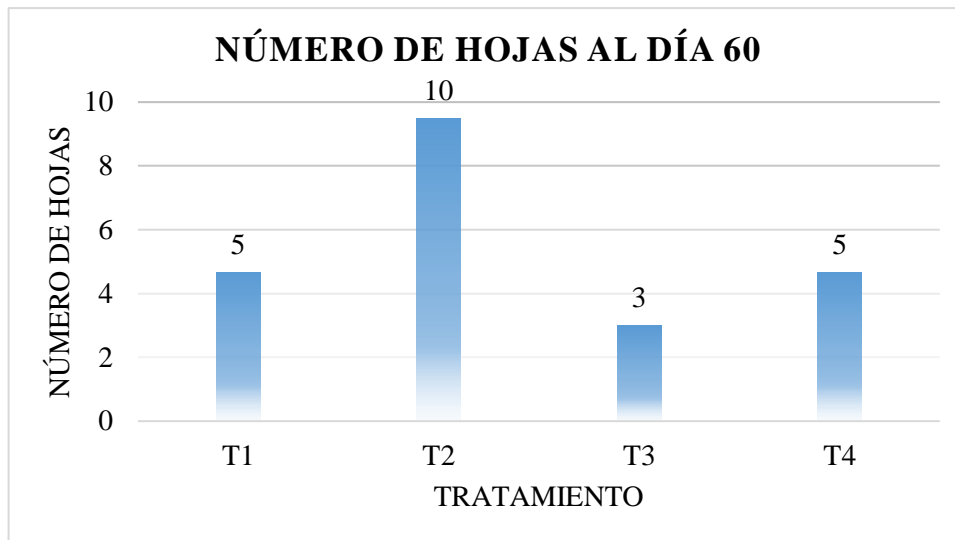


Gráfico 9-3: Número de hojas de las plántulas a los 60 días.

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

En referencia a los resultados de Chipantiza (2021, p.35), con el sustrato 3 Tierra negra 70% y Compost 30% obtuvo un máximo de 5 hojas. Resultado igual al obtenido con los tratamientos T1 y T4, pero inferior al alcanzado con T2 (Tierra negra 20%, Cascarilla de arroz 40%, Turba 40%) mismo que consiguió el doble de hojas llegando a un total de 10.

3.5 Comparación de resultados entre tratamientos

El gráfico 10-3 muestra los resultados de las variables altura, DAC y número de hojas analizadas al culminar los 60 días del ensayo.

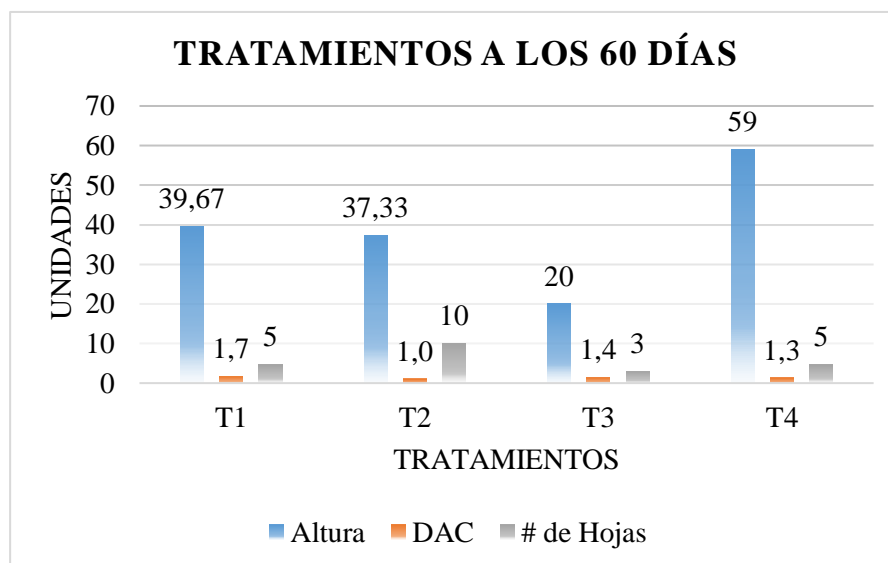


Gráfico 10-3: Resultados entre tratamientos culminado el ensayo.

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

En el desarrollo de las plantas de *Myrcianthes hallii* realizado en el invernadero FRN-ESPOCH de la ciudad de Riobamba, el tratamiento que mejor se comportó fue el T1 compuesto (Tierra negra 40%, Cascarilla de arroz 30%, Turba 30%) al presentar excelentes características en los parámetros evaluados: altura (39,67 mm), DAC (1,7 mm) y número de hojas (5 hojas).

3.6 Análisis del costo

Al finalizar el estudio se debe revisar y evaluar los recursos en los que se ha destinado el dinero, y determinar su costo de producción. La tabla 20-3 muestra los costos de la implementación del ensayo.

Tabla 20-3: Costo total de producción del ensayo

| COSTOS FIJOS | | | | |
|---|---------------|-----------------|-----------------------------|--------------------------|
| Rubro | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (\$) | Precio Total (\$) |
| Fundas de repique | Unidad | 108 | 0,01 | 1,08 |
| Pie de rey | Unidad | 1 | 2,00 | 2,00 |
| Pala | Unidad | 1 | 10,00 | 10,00 |
| Atomizador | Unidad | 1 | 3,00 | 3,00 |
| Semilla de <i>Myrcianthes hallii</i> | Balde | 1 | 10,00 | 10,00 |
| Varios | Unidad | 1 | 5,00 | 5,00 |
| TOTAL COSTOS FIJOS | | | | 31,08 |
| COSTOS VARIABLES | | | | |
| SUSTRATO 1 (40 % Tierra Negra + 30% Cascarilla de arroz + 30% Turba) | | | | |
| Tierra negra | Sacos | 2 | 5,00 | 10,00 |
| Cascarilla de arroz | Sacos | 1 | 2,00 | 2,00 |
| Turba | Sacos | 1 | 3,00 | 3,00 |
| SUBTOTAL 1 | | | | 15,00 |
| SUSTRATO 2 (20 % Tierra Negra + 40% Cascarilla de arroz + 40% Turba) | | | | |
| Tierra negra | Sacos | 1 | 5,00 | 5,00 |
| Cascarilla de arroz | Sacos | 2 | 2,00 | 4,00 |
| Turba | Sacos | 1 | 3,00 | 3,00 |
| SUBTOTAL 2 | | | | 12,00 |
| SUSTRATO 3 (50 % Tierra Negra + 20% Cascarilla de arroz + 30% Turba) | | | | |
| Tierra negra | Sacos | 2 | 5,00 | 10,00 |
| Cascarilla de arroz | Sacos | 1 | 2,00 | 2,00 |
| Turba | Sacos | 2 | 3,00 | 6,00 |
| SUBTOTAL 3 | | | | 18,00 |
| SUSTRATO 4 (100 % Tierra Negra) | | | | |
| Tierra negra | Sacos | 3 | 5,00 | 15,00 |
| SUBTOTAL 4 | | | | 15,00 |
| TOTAL DE COSTOS VARIABLES | | | | 60,00 |
| TOTAL DE COSTO DE PRODUCCIÓN (CF + CV) | | | | 91,08 |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

La tabla 21-3 muestra el costo estimado de producción por cada tratamiento.

Tabla 21-3: Costo de producción por tratamiento

| Tratamiento | Total Costo Fijo (\$) | Costo Variable por tratamiento (\$) | Costo Total Producción por Tratamiento (\$) |
|-------------|-----------------------|-------------------------------------|---|
| T1 | 7,77 | 15,00 | 22,77 |
| T2 | 7,77 | 12,00 | 19,77 |
| T3 | 7,77 | 18,00 | 25,77 |
| T4 | 7,77 | 15,00 | 22,77 |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

La tabla 22-3 muestra el costo estimado de producción por planta de *Myrcianthes hallii*, tomando en cuenta el número de individuos sobrevivientes por tratamiento.

Tabla 22-3: Costo de producción por tratamiento

| Tratamiento | Costo Total Producción por Tratamiento (\$) | Número de plantas sobrevivientes | Costo unitario por planta (\$) |
|-------------|---|----------------------------------|--------------------------------|
| T1 | 22,77 | 12 | 1,89 |
| T2 | 19,77 | 12 | 1,64 |
| T3 | 25,77 | 15 | 1,72 |
| T4 | 22,77 | 9 | 2,53 |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

Para establecer la relación costo beneficio se consideró la producción como el número de plantas sobrevivientes por tratamiento, tomando en cuenta el precio referencial de venta de una planta de *Myrcianthes hallii* con buenas características de \$3. La tabla 23-3 muestra la relación.

Tabla 23-3: Relación costo beneficio

| Tratamiento | Costo Total Producción por Tratamiento (\$) | Producción de plantas | Valor referencial de venta (\$) | Ventas | B/C |
|-------------|---|-----------------------|---------------------------------|--------|------|
| T1 | 22,77 | 12 | 3,00 | 36,00 | 1,58 |
| T2 | 19,77 | 12 | 3,00 | 36,00 | 1,82 |
| T3 | 25,77 | 15 | 3,00 | 45,00 | 1,74 |
| T4 | 27,77 | 9 | 3,00 | 27,00 | 0,97 |

Realizado por: Massón, Gabriel, 2022.

Del análisis mostrado se obtuvo que el costo total invertido en la implementación del ensayo es de \$91,08. En la tabla 23-3 se puede observar que todos los tratamientos a excepción del T4 son rentables.

CONCLUSIONES

Al culminar con la presente investigación y una vez analizados los resultados se concluye que:

- El T3 (50% Tierra Negra, 20% Cascarilla de arroz y 30% Turba), presenta el máximo porcentaje de germinación según el análisis estadístico efectuado, mientras que el T4 compuesto por Tierra Negra al 100% presenta el mínimo con valores de 55,56 % y 33,33 % respectivamente. Los tratamientos T1 y T2 comparten un mismo porcentaje de 44,44 % en el crecimiento de *Myrcianthes hallii*. Existe una relación inversa entre la cantidad de cascarilla de arroz y el número de individuos germinados, ya que a menor proporción se obtiene un mayor índice de germinación.
- Al finalizar el estudio y respaldados en los resultados obtenidos de la comparación entre tratamientos, se determinó como mejor tratamiento al T1 (40% Tierra negra, 30% Cascarilla de arroz y 30% Turba) ya que presenta las mejores características morfológicas para la *Myrcianthes hallii* con el mayor DAC de 1,7 mm, el segundo en altura con 39,67 mm, así como un número de hojas medio. Mientras que el T2 (20% Tierra negra, 40% Cascarilla de arroz, 40% Turba) presenta características morfológicas no idóneas para la especie al poseer el menor diámetro del cuello de apenas 1 mm y un excesivo número de ramificaciones disminuyendo la calidad de la planta.
- De acuerdo al análisis económico se obtuvo que los tratamientos T1 (40% Tierra negra, 30% Cascarilla de arroz y 30% Turba), T2 (20% Tierra negra, 40% Cascarilla de arroz, 40% Turba) y T3 (50% Tierra Negra, 20% Cascarilla de arroz y 30% Turba) son rentables ya que su relación costo-beneficio presenta una ganancia del 58%, 82% y 74% respectivamente. Siendo el T4 (100% Tierra negra) quien no ofrece beneficio haciéndolo no rentable.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los viveristas e investigadores que, en base a los resultados obtenidos en el presente trabajo emplear la proporción del T1 (40% Tierra negra, 30% Cascarilla de arroz y 30% Turba) debido a que su composición obtuvo las mejores características morfológicas para el *Myrcianthes hallii* con un índice de germinación medio en vivero.
- Para evitar un bajo índice de germinación de *Myrcianthes hallii* se recomienda en futuros estudios de investigación no emplear sustratos puros al 100 % ya que, en concordancia con trabajos similares, esta práctica presenta resultados muy poco favorables en comparación con los resultados obtenidos de la combinación de sustratos.
- Debido a la poca investigación científica de *Myrcianthes hallii* y al ser una especie vulnerable se recomienda efectuar futuros trabajos para generar conocimiento científico que ayude en la preservación de la especie, mediante la combinación de nuevos sustratos durante periodos de estudio más amplio.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, M. Vademécum de Plantas Medicinales del Ecuador. Quito-Ecuador: Abya Yala, 1992, p.75.

AGENJO, C. Enciclopedia de avicultura. Madrid-España: Calpe. 1964, p. 989.

BARRAGÁN, M. & REMACHE, K. Inventario Botánico Forestal de Especies Herbáceas Nativas del Sector Santiago pamba. Parroquia San Pablo. Cantón San Miguel. (Tesis pregrado). Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ingeniería Forestal. Guaranda-Ecuador. 1998 p.38.

BOIX, E. Operaciones básicas de producción y mantenimiento de plantas en viveros y centros de jardinería, España: Ediciones paraninfo, 2015, pp. 11-16.

BOIX, E. Trabajos básicos en viveros y centros de jardinería, Madrid-España: Ediciones Mundi-Prensa, 2017, p. 7.

BORJA, F. Investigación y propagación de especies nativas en los Andes. Quito: Centro Andino de Acción Popular, 1992, p.247

CACERES INOFUENTE, I. Efecto de cristales hidrosolubles (Hidrosorb®), frecuencias de riego y sustrato en el almacigado de pino (*pinus radiata* d.) en el c. p. de Jaillihuaya [en línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú. 2013. pp.33–34. [Consulta: 15 de octubre de 2022]. Disponible en:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1844/Caceres_Inofuente_Ivan_Roger.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CALDERÓN, F. La cascarilla de arroz "caolinizada"; una alternativa para mejorar la retención de humedad como sustrato para cultivos hidropónicos [Blog]. Bogotá: Colombia S.A., 10 de noviembre, 2002. [Consulta: 30 de abril de 2021]. Disponible en:
http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/La_Cascarilla_Caolinizada.htm

CESA. (Central Ecuatoriana de Servicios Agropecuarios, EC). Especies Forestales Nativas en los Andes Ecuatorianos. Quito-Ecuador: CESA. 1989, p. 36.

CESA. (Central Ecuatoriana de Servicios Agropecuarios, EC). Programa de Reforestación y Conservación de Recursos Naturales. Quito-Ecuador: CESA. 1992, pp. 36, 38.

CESA. (Central Ecuatoriana de Servicios Agropecuarios, EC). Usos Tradicionales de las Especies Forestales Nativas Ecuador. Quito-Ecuador: CESA. 1993, p. 183.

CHIPANTIZA CUNALATA, Alexandra. Evaluación de tres tratamientos pregerminativos y tres tipos de sustratos para la propagación de Arrayán (*myrcianthes hallii*) (o. Berg) mcvaugh (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de ciencias naturales, Forestal. Riobamba-Ecuador. 2021. pp. 29-35.

CITES. Proposal to include in Appendix II Neotropical populations of *Myrcianthes Hallii*. Nimth Meeting of the conference of the parties. Fort Lauderdale, Florida, USA. 1994. p. 35.

DE LA TORRE, L.; et al. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus. Quito-Ecuador: Quito & Aarhus. 2008, p. 468.

ESCOBAR, H; & REBECCA, L. Manual de producción de tomate bajo invernadero. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 2009, p.20.

FFOLIOTT, Peter F. & THAMES, John L. Recolección, manipuleo, almacenaje y pre-tratamiento de las semillas de *Prosopis* en América Latina [blog]. Tucson, Arizona: FAO, 1983. [Consulta: 14 de mayo de 2021]. Disponible en:
<https://www.fao.org/3/Q2180S/Q2180S00.htm#TOC>

GARCÍA DIEZ, Marcos; & ZAPATA PEÑA, Lydia. Métodos y técnicas de análisis y estudio en arqueología prehistórica. España: Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. 2013, p.123.

GARCÍA, J. Diseño y elaboración de goma de mascar con extracto de *Myrcianthes hallii* (arrayán) para profilaxis de enfermedades bucodentales causadas por *Streptococcus mutans* (Tesis pregrado). Universidad Central Del Ecuador, Ciencias Químicas, Química Farmacéutica. Quito-Ecuador. 2017. p.9.

GROGAN, J. & VERRISSIMO, P. Mahogany in the Brazilian amazon: Ecology and perspectives on management. Brazil: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazonía. 2002. p.44.

INAMHI. (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). Registro de datos meteorológicos estación: Riobamba Politécnica [blog]. Ecuador: INAMHI, 2018. [Consulta: 3 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://186.42.174.236/InamhiEmas/#>

JARAMILLO, K. "Evaluación de medios de cultivo para la micropropagación de arrayán (*Myrcianthes hallii*) (o. berg) mc vaugh. Quito, Pichincha" (Tesis pregrado). Universidad Central del Ecuador, Ingeniería Agronómica. Quito-Ecuador. 2013, pp. 3-4.

JIMÉNEZ, F. "Viveros Forestales para producción de planta a pie de repoblación". *Hojas Divulgadoras*. N°6 (2002), (España) pp. 2, 4.

LOJÁN I., L. El verdor de Los Andes. Árboles y arbustos nativos para el desarrollo forestal altoandino. Quito: Proyecto Desarrollo Forestal Participativo en los Andes (DFPA), 1992, pp.111-112.

MAATE. (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica). Programa Nacional de Reforestación con fines de Conservación Ambiental, Protección de Cuencas Hidrográficas y Beneficios Alternos. Quito-Ecuador: MAATE. 2021, p. 62.

MORA, F. Diagnóstico del rodal del Arrayán (*Eugenia myrteloides*) en la comunidad la Quinta, Parroquia Bilován, Provincia Bolívar (Tesis pregrado). Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agronómica. Guaranda-Ecuador. 2005. p.102.

ORDAZ, Victor. Las Propiedades de los Sustratos de Cultivo [blog]. 2010. [Consulta: 14 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/las-propiedades-de-los-sustratos-de-cultivo/>

PADILLA, W. El suelo como medio para el crecimiento de las plantas. Quito-Ecuador. AGROBIOLAB. 1999, p. 77

PALACIOS, W. Familias y géneros arbóreos del Ecuador. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2011, p.89

PINZÓN, Hernán. Manual Para El Cultivo De Hortalizas. Bogotá-Colombia: Promedios. 2012, p.44.

PNQ. Myrcianthes hallii. [blog]. 2018. [Consulta: 30 de abril del 2021]. Disponible en: <http://plantasnativas.visitavirtualjbq.com/index.php/emblematicas/6-myrcianthes-hallii>

RODRIGUÉZ, Nancy. Cómo realizar un análisis de costo-beneficio paso a paso. [blog]. 2021. [Consulta: 5 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-costo-beneficio>

SÁEZ, N. Utilización de sustratos en viveros. Terra Latinoamericana [en línea]. 1999, 17(3), 232. [Consulta: 30 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57317307>

VELASTEGUÍ, J. Tipo de suelo para el desarrollo de Myrcianthes Hallii. Pichincha. 2013. pp. 80-81.

WALLANCAÑAY, T. Uso de Trichoderma spp. como bioestimulante de crecimiento de lupina (cytistus monspensulanus), aliso (alnus acuminata) y acacia (acacia melanoxylyon) en el vivero de la ESPOCH (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2021, p. 15.

ZARP, P. Cultivos sin tierra. s.e. Bogotá-Colombia. Presencia. 1991, p.235.

D.B.R.A.I.
Ing. Cristian Castillo



ANEXO A: LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LA CAMA DE CULTIVO USANDO CAL

| | |
|--|---|
| <p>Limpieza y desinfección de cama de cama de cultivo</p> |  |
|  |  |
|  |  |

ANEXO B: PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS

| | |
|---|--|
| <p>Tamizado y preparación de sustratos</p> |  |
|  |  |
|  |  |

ANEXO C: ENFUNDADO Y SIEMBRA DE *MYRCIANTHES HALLII*

| | |
|--|---|
| <p>Enfundado y siembra de semilla de <i>M. Hallii</i></p> |  |
|  |  |
|  | |



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 21 / 10 / 2022

| |
|--|
| INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S) |
| Nombres – Apellidos: Gabriel Iván Massón Solís |
| INFORMACIÓN INSTITUCIONAL |
| Facultad: Recursos Naturales |
| Carrera: Ingeniería Forestal |
| Título a optar: Ingeniero Forestal |
| f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz |