



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACION**

**“EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DE *Eugenia myrtifolia* EN EL VIVERO FORESTAL DE PLANTAS NATIVAS DE LA QUINTA TUNDUCAMA DE LA PREFECTURA DE COTOPAXI EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniera Ambiental

**Autora:**

Puga Medina Leslie Marcela

**Tutor:**

Rivera Moreno Marco Antonio

**LATACUNGA- ECUADOR**

**Agosto 2024**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Puga Medina Leslie Marcela con cédula de ciudadanía No. **2100946801**, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DE *EUGENIA MYRTIFOLIA* EN EL VIVERO FORESTAL DE PLANTAS NATIVAS DE LA QUINTA TUNDUCAMA DE LA PREFECTURA DE COTOPAXI EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO”**, siendo el Ingeniero Mg. Marco Antonio Rivera Moreno, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 16 de agosto del 2024



Leslie Marcela Puga Medina  
CC: 2100946801  
**ESTUDIANTE**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **PUGA MEDINA LESLIE MARCELA**, identificada con cédula de ciudadanía **2100946801**, de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema, en calidad de Rectora y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DE EUGENIA MYRTIFOLIA EN EL VIVERO FORESTAL DE PLANTAS NATIVAS DE LA QUINTA TUNDUCAMA DE LA PREFECTURA DE COTOPAXI EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

### **Historial académico:**

Fecha de inicio de la carrera: Octubre 2020 – Marzo 2021

Fecha de finalización: Abril - Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutor: Ingeniero Mg. Marco Antonio Rivera Moreno

**Tema: “EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DE *EUGENIA MYRTIFOLIA* EN EL VIVERO FORESTAL DE PLANTAS NATIVAS DE LA QUINTA TUNDUCAMA DE LA PREFECTURA DE COTOPAXI EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO”**

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** – **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, 16 de agosto del 2024.



Leslie Marcela Puga Medina  
**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema  
**LA CESIONARIA**

## AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DE *EUGENIA MYRTIFOLIA* EN EL VIVERO FORESTAL DE PLANTAS NATIVAS DE LA QUINTA TUNDUCAMA DE LA PREFECTURA DE COTOPAXI EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO”**, de Leslie Marcela Puga Medina, de la carrera de Ingeniería Ambiental, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 16 de agosto del 2024



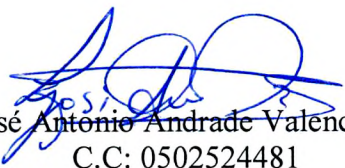
Ing. Marco Antonio Rivera Moreno, Mg.  
CC: 0501518955  
**DOCENTE TUTOR**

## AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

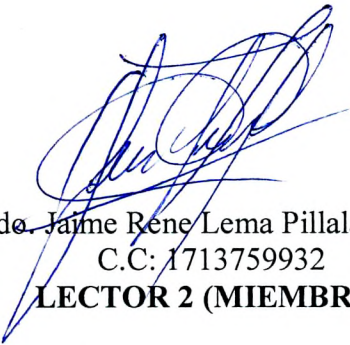
En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Puga Medina Leslie Marcela, con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DE EUGENIA MYRTIFOLIA EN EL VIVERO FORESTAL DE PLANTAS NATIVAS DE LA QUINTA TUNDUCAMA DE LA PREFECTURA DE COTOPAXI EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

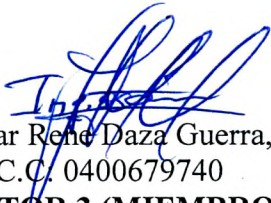
Latacunga, 16 de agosto del 2024



Ing. José Antonio Andrade Valencia, Ph.D.  
C.C: 0502524481  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Lcdø. Jaime René Lema Pillalaza, Mg.  
C.C: 1713759932  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Ing. Oscar René Daza Guerra, Mg.  
C.C. 0400679740  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco sinceramente a mis lectores, quienes me guiaron y apoyaron en el desarrollo de esta investigación:*

*Al ingeniero Marco Antonio Rivera Moreno, mi tutor principal, por su dedicación, orientación y sabios consejos que me permitieron crecer académicamente.*

*Al ingeniero Juan Abrahán Estrada Centeno, mi tutor externo, por su valiosa experiencia y conocimiento que enriquecieron mi investigación. Al ingeniero José Antonio Andrade Valencia, por su apoyo y colaboración que fueron fundamentales para el éxito de este proyecto.*

*También quiero expresar mi gratitud al ingeniero Oscar Rene Daza Guerra, por su contribución y asesoramiento que me permitieron mejorar mi trabajo.*

*Agradezco sinceramente a los trabajadores del vivero forestal de plantas nativas de la Quinta Tunducama de la Prefectura de Cotopaxi, Parroquia Belisario Quevedo, por su apoyo y colaboración durante la realización de esta investigación. En especial, quiero expresar mi gratitud a Carmita Aimacaña y Anita Chisaguano, quienes no solo me brindaron su valiosa ayuda y conocimiento, sino que también se convirtieron en buenas amigas. Su amabilidad, dedicación y profesionalismo hicieron que este proceso fuera aún más enriquecedor. Gracias por todo, Anita y Carmita.*

*Gracias por su tiempo, esfuerzo y confianza en mí. Su apoyo fue esencial para completar esta tesis y alcanzar mis objetivos académicos."*

*Puga Medina Leslie Marcela*

## **DEDICATORIA**

*A mi madre, Angelica Medina, la mujer más fuerte y amorosa que conozco. Gracias por ser mi guía, mi apoyo incondicional y mi mayor inspiración. Tu sacrificio, dedicación y amor me han permitido llegar a este momento. Te amo y te agradezco por todo.*

*A mi novio, Elvis Chicaiza, compañero de vida, amigo y amor. Gracias por estar a mi lado en cada paso de este camino, por tus palabras de aliento, tu apoyo y tu amor incondicional. Gracias por creer en mí y por ser mi roca en momentos difíciles.*

*A mi hija, Raphaella Isabel Alvear Puga, A mi hermano, Mathius Nicolay Romo Medina, A mi hermano, Víctor Guailas Medina, son la luz de mi vida y motivación para seguir adelante. Gracias por ser mi mayor alegría y por hacer que cada día valga la pena. Esta tesis es para ustedes, para darles un futuro mejor y para demostrarles que siempre luchare por sus sueños.*

*A mi abuelita, Luz María, gracias por ser mi guía espiritual y por enseñarme el valor de la perseverancia y el amor. Tu legado vive en mí. Te amo y te agradezco por todo.*

*A mi tía, Maricela, gracias por ser mi apoyo y guía en momentos difíciles. Tu sabiduría y amor me han ayudado a encontrar mi camino.*

*A todos ustedes, gracias por ser parte de mi vida y por hacer que este logro sea posible. Esta tesis es un tributo a su amor, apoyo y dedicación. Espero hacerlos orgullosos y demostrar que su esfuerzo y sacrificio han valido la pena. Gracias por creer en mí y por estar siempre a mi lado.*

*Puga Medina Leslie Marcela*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TITULO: “EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DE *Eugenia myrtifolia* EN EL VIVERO FORESTAL DE PLANTAS NATIVAS DE LA QUINTA TUNDUCAMA DE LA PREFECTURA DE COTOPAXI EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO”.**

**Autor:**

Puga Medina Leslie Marcela

**RESUMEN**

Este estudio se realizó en el vivero forestal de plantas nativas de la Quinta Tunducama, en la parroquia Belisario Quevedo, provincia de Cotopaxi, Ecuador, con el objetivo de determinar el método de propagación más eficiente para *Eugenia myrtifolia* entre tres técnicas: semillas, esquejes y estacas. La investigación se enfocó en evaluar la tasa de germinación, el número de brotes y la longitud de los mismos bajo condiciones controladas durante un periodo de 60 días. Se utilizaron 720 unidades vegetativas distribuidas equitativamente entre los tres métodos de propagación, con 240 unidades para cada técnica. El monitoreo se realizó diariamente, registrando las variables clave para cada tratamiento. A los 30 días del experimento, los resultados mostraron que la propagación por esquejes fue la más efectiva, con un 67.5% de éxito (162 esquejes germinados), mientras que no se observó germinación en las semillas durante este periodo. Las estacas también demostraron un rendimiento aceptable, con un 20% de germinación (48 estacas germinadas). Sin embargo, a los 60 días, el método de propagación por semillas presentó un 90% de éxito (216 semillas germinadas), superando a los otros dos métodos. Los esquejes lograron un 81.7% de germinación (196 esquejes germinados), al igual que las estacas, que alcanzaron el mismo porcentaje de éxito (196 estacas germinadas). En cuanto al número de brotes, los esquejes produjeron un promedio de 8 brotes por unidad, mientras que las estacas generaron 6 brotes por unidad. Estos resultados confirman que, aunque el método por esquejes es más eficiente en las primeras etapas de propagación, el método por semillas resulta superior a largo plazo en términos de tasa de germinación. Las semillas, bajo condiciones ambientales adecuadas, pueden romper su latencia y desarrollar un sistema radicular robusto. Asimismo, se destaca la importancia de las condiciones climáticas y el uso de técnicas adecuadas para acelerar el proceso de propagación en esquejes y estacas. En conclusión, la investigación proporciona información valiosa para mejorar las prácticas de propagación de *Eugenia myrtifolia* en viveros forestales, promoviendo la sostenibilidad y la eficiencia en la producción de plantas nativas. La elección del método de propagación debe depender de las necesidades del proyecto y del tiempo disponible, siendo las semillas más adecuadas para proyectos a largo plazo y los esquejes para obtener resultados más rápidos.

**Palabras clave:** esquejes, estacas, propagación, semillas, *Eugenia myrtifolia*, viveros forestales.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**“EVALUATION OF THE PROPAGATION TECHNIQUES OF *Eugenia myrtifolia* IN THE FOREST NURSERY OF NATIVE PLANTS OF THE QUINTA TUNDUCAMA OF THE PREFECTURE OF COTOPAXI IN THE BELISARIO QUEVEDO PARISH”.**

**Author:**

Puga Medina Leslie Marcela

**ABSTRACT**

This study was conducted at the Quinta Tunducama Forest nursery for native plants, in the parish of Belisario Quevedo, province of Cotopaxi, Ecuador, with the objective of determining the most efficient propagation method for *Eugenia myrtifolia* among three techniques: seeds, cuttings and stakes. The research focused on evaluating the germination rate, the number of shoots and their length under controlled conditions during a period of 60 days. 720 vegetative units were used, distributed equally between the three propagation methods, with 240 units for each technique. Monitoring was carried out daily, recording the key variables for each treatment. After 30 days of the experiment, the results showed that propagation by cuttings was the most effective, with 67.5% success (162 germinated cuttings), while no germination was observed in the seeds during this period. The stakes also demonstrated an acceptable performance, with 20% germination (48 germinated cuttings). However, at 60 days, the seed propagation method had a 90% success rate (216 germinated seeds), outperforming the other two methods. Cuttings achieved 81.7% germination (196 germinated cuttings), as did stakes, which achieved the same percentage of success (196 germinated cuttings). In terms of the number of shoots, cuttings produced an average of 8 shoots per unit, while stakes generated 6 shoots per unit. These results confirm that, although the cutting method is more efficient in the early stages of propagation, the seed method is superior in the long term in terms of germination rate. Seeds, under suitable environmental conditions, can break their dormancy and develop a robust root system. Likewise, the importance of climatic conditions and the use of suitable techniques to accelerate the propagation process in cuttings and stakes is highlighted. In conclusion, the research provides valuable information to improve *Eugenia myrtifolia* propagation practices in forest nurseries, promoting sustainability and efficiency in native plant production. The choice of propagation method should depend on the needs of the project and the time available, with seeds being more suitable for long-term projects and cuttings for faster results.

**KEYWORDS:** Cuttings, Stakes, Propagation, Seeds, *Eugenia myrtifolia*, Forest plant sales outlet.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

|  |      |
|--|------|
| CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....                          | iii  |
| AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....                                  | v    |
| <i>DEDICATORIA</i> .....   | viii |
| RESUMEN .....  | ix   |
| ABSTRACT .....   | x    |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL .....   | 1    |
| 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....  | 2    |
| 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....  | 3    |
| 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN: .....   | 3    |
| 5. OBJETIVOS:.....   | 4    |
| 5.1. General.....  | 4    |
| 5.2. Específicos.....  | 4    |
| optimizando los procesos de producción en el vivero.....                           | 4    |
| 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS<br>PLANTEADOS ..... | 5    |
| 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....  | 7    |
| 7.1 Recursos Forestales de Interés Ambiental: .....                                | 7    |
| 7.2 Semillas.....  | 7    |
| 7.2.1 Tipos de semillas.- .....  | 7    |
| 7.3 Germinación.....   | 9    |
| 7.4 MÉTODOS DE GERMINACIÓN .....   | 9    |
| 7.5 La <i>Eugenia myrtifolia</i> .....   | 9    |
| 7.5.1 Origen de la especie <i>Eugenia myrtifolia</i> .....                         | 9    |
| 7.5.2 Taxonomía .....  | 10   |
| 7.5.3 Propagación y Cultivo .....  | 10   |
| 7.5.3.1 Propagación por Semillas .....   | 10   |

|  |    |
|--|----|
| 7.5.3.1.1 Materiales necesarios: .....                                 | 10 |
| 7.5.3.1.2 Instrucciones: .....   | 10 |
| 7.5.3.1.3 Consejos: .....  | 11 |
| 7.5.3.2 Propagación por Esquejes .....                                 | 11 |
| 7.5.3.2.1 Materiales necesarios: .....                                 | 11 |
| 7.5.3.2.2 Instrucciones: .....   | 11 |
| 7.5.3.2.3 Consejos: .....  | 12 |
| 7.5.3.3 Propagación por estacas .....                                  | 12 |
| 7.5.3.3.1 Instrucciones: .....   | 12 |
| 7.5.3.3.2 Consejos: .....  | 12 |
| 7.5.4 Técnicas de Cultivo de la Planta <i>Eugenia myrtifolia</i> ..... | 12 |
| 7.5.4.1.1 Ubicación y Luz .....  | 13 |
| 7.5.5 Descripción Botánica.....  | 13 |
| A) Raíz.....   | 13 |
| B) Tallo.....  | 14 |
| C) Hojas.....  | 14 |
| D) Flores e Inflorescencias .....                                      | 14 |
| E) Frutos y Semillas .....   | 14 |
| F) Etapas Fenológicas del Cultivo .....                                | 14 |
| 7.6. CONDICIONES AGROECOLOGICAS PARA EL CULTIVO .....                  | 15 |
| 7.6.1. Requerimientos Edafoclimáticos.....                             | 15 |
| 7.6.2. Época de Siembra .....  | 15 |
| 7.6.3. Cosecha.....  | 15 |
| 7.6.4. Reproducción vegetal .....                                      | 16 |
| 7.6.5. Tipos de Reproducción.....                                      | 16 |
| 7.6.6. Aspectos ecológicos de la especie .....                         | 17 |
| 7.6.7. Variedades .....  | 18 |

|   |    |
|---|----|
| a) Eugenia uniflora (Pitanga o Cerella) .....   | 18 |
| 7.6.8. Beneficios de la especie Eugenia myrtifolia .....  | 19 |
| 7.6 Importancia de la especie <i>Eugenia myrtifolia</i> .....   | 20 |
| 7.6.1 Importancia Económica.....  | 20 |
| 7.6.2 Importancia Ecológica.....  | 20 |
| 8. MARCO LEGAL .....  | 21 |
| 9. VALIDACIÓN DE LA PREGUNTA CIENTÍFICA.....  | 23 |
| 10. METODOLOGÍA.....  | 24 |
| 10.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....   | 24 |
| 10.2 Investigación bibliográfica .....  | 24 |
| 10.3 Tipos de Métodos .....   | 24 |
| 10.3.1 Método Descriptivo .....   | 24 |
| 10.3.2 Método Comparativo.....  | 24 |
| 10.4 Técnicas e instrumentos de investigación .....   | 25 |
| 10.4.1 Técnicas .....   | 25 |
| 10.4.2 Instrumentos .....   | 25 |
| 10.4.2.1 Registro de Datos en Fichas .....  | 25 |
| 10.4.2.2 Cámara Fotográfica o Teléfono Móvil con Cámara.....  | 25 |
| 10.4.2.3 Software de Análisis Estadístico (Jamovi y Excel).....   | 25 |
| 10.5 Metodología empleada en la propagación de semillas .....   | 25 |
| 10.6 Descripción de las actividades realizadas.....   | 26 |
| 10.6.1 Preparación del sustrato.....  | 26 |
| 10.6.2 Propagación por semillas.....  | 27 |
| 10.6.3 Propagación por estacas y esquejes.....  | 29 |
| 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....   | 29 |
| 11.1 Caracterización las condiciones edafoclimáticas de la parroquia Belisario Quevedo, enfocándose en los factores que influyen en la propagación de <i>Eugenia myrtifolia</i> ..... | 29 |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 11.2 | Evaluación de las tasas de germinación de <i>Eugenia myrtifolia</i> utilizando tres técnicas de propagación: por semillas, esquejes y estacas, en condiciones controladas del vivero forestal <sup>34</sup>                                      |    |
| 11.3 | Determinar el método de propagación más eficiente para la propagación de <i>Eugenia myrtifolia</i> en términos de velocidad de germinación, número de brotes y longitud de los mismos, optimizando los procesos de producción en el vivero ..... | 41 |
| 12.  | IMPACTOS (TÉCNICOS, AMBIENTALES Y SOCIALES) .....  | 43 |
| 12.1 | Impactos Técnicos .....  | 43 |
| 12.2 | Impactos Ambientales .....   | 43 |
| 12.3 | Impactos Social .....  | 44 |
| 13.  | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....   | 45 |
| 13.1 | CONCLUSIONES .....   | 45 |
| 13.2 | RECOMENDACIONES .....  | 46 |
| 14.  | BIBLIOGRAFÍA .....   | 47 |
| 15.  | ANEXOS .....   | 53 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Tabla 1. | Beneficiarios del proyecto de investigación .....  | 3  |
| Tabla 2. | Actividades en relación a los objetivos planteados .....   | 5  |
| Tabla 3. | Taxonomía de la planta de <i>Eugenia</i> .....   | 10 |
| Tabla 4. | Condiciones agroecológicas para el cultivo .....   | 15 |
| Tabla 5  | Estadística descriptiva para la evaluación de tres métodos (semillas, esquejes y estacas) para la propagación de <i>Eugenia myrtifolia</i> ..... | 34 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 Ubicación geográfica del área de estudio.....   | 30 |
| Figura 2 Mapa de temperatura existente en la parroquia Belisario Quevedo.....  | 31 |
| Figura 3 Mapa de precipitación en la parroquia Belisario Quevedo. ....   | 32 |
| Figura 4 Mapa de climatología en la parroquia Belisario Quevedo .....  | 33 |
| Figura 5 Germinación a los 30 días de <i>Eugenia myrtifolia</i> . ....   | 36 |
| Figura 6 Determinación la tasa de germinación en las semillas, estacas y esquejes de la especie <i>Eugenia myrtifolia</i> . .... | 37 |
| Figura 7 Número de brotes de los 30 a 60 días de la especie <i>Eugenia myrtifolia</i> .....                                      | 39 |
| Figura 8 Longitud de brotes de los 30 a 60 días de la especie <i>Eugenia myrtifolia</i> .....                                    | 40 |
| Figura 9 Método de propagación a los 30 y 60 días de la especie <i>Eugenia myrtifolia</i> .....                                  | 41 |

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

Evaluación de las técnicas de propagación de *Eugenia myrtifolia* en el vivero forestal de plantas nativas de la quinta Tunducama de la Prefectura de Cotopaxi en la parroquia Belisario Quevedo.

### **Lugar de ejecución:**

Parroquia Belisario Quevedo, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

### **Institución, unidad académica y carrera que auspicia**

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, carrera de Ingeniería Ambiental.

### **Nombres de equipo de investigación:**

Estudiante: Srta. Leslie Marcela Puga Medina

Tutor: Ing. Marco Antonio Rivera Moreno Mg.

LECTOR 1: Ing. José Antonio Andrade PhD.

LECTOR 2: Lic. Jaime René Lema Mg.

LECTOR 3: Ing. Oscar René Daza Mg.

### **Área de Conocimiento:**

Ciencia Naturales. Medio Ambiente, Ciencias Ambientales.

### **Línea de investigación:**

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local.

### **Línea de Vinculación de la Facultad:**

Fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El principal interés para realizar esta investigación radica en que la Eugenia es una planta cuyo género botánico es de gran importancia agrícola y ecológica, lo que se pretende es evaluar las estrategias de propagación de esta especie en condiciones de vivero forestal de plantas nativas; la expansión efectiva de Eugenia es crucial para garantizar su producción sostenible y para preservar la diversidad genética de la especie. Sin embargo, puede enfrentar desafíos significativos debido a las variaciones en métodos y condiciones ambientales, lo que puede afectar su tasa de éxito y su calidad de crecimiento.

En la actualidad la región andina del Ecuador se emplean técnicas tradicionales o convencionales que hasta ahora han resultado poco apropiadas. Por esta razón, los agricultores y productores enfrentan dificultades para implementar estrategias de propagación que maximicen el rendimiento y la salud de las plantas; lo que conlleva la falta de información precisa sobre las mejores prácticas de cultivo, la variabilidad en las tasas de germinación y crecimiento, y la necesidad de técnicas que se adapten a las condiciones específicas del entorno andino.

Existió la necesidad de realizar una investigación exhaustiva en lo que corresponde a la evaluación de métodos como la germinación a partir de las semillas, la propagación por esquejes y estacas, la aplicación de técnicas modernas del cultivo, generando un aporte con información valiosa referente a la viabilidad y el rendimiento en cada una de las estrategias que se emplearán en un ambiente controlado, lo que permitirá abordar y solucionar en tiempo récord cualquier incidencia en la siembra y de esta manera garantizar la eficiencia y eficacia en la producción de Eugenia.

El impacto y la relevancia de la investigación está centrada en el aporte y adaptación de nuevas técnicas en el cultivo en función de las características ambientales y particularidades ambientales de la región andina; de esto se depende la contribución que se generará en cuanto a la sostenibilidad de la producción garantizando un mayor rango de estabilidad, protegiendo la especie de variables que pudiesen incidir de manera negativa; de la misma forma reducirá la implementación de métodos arcaicos, esto con el objeto de maximizar el éxito (Rivas, 2021).

La utilidad de la investigación está proyectada a establecer una propagación más efectiva para que sea directamente proporcional en la rentabilidad de los productores locales, mejorando la calidad del producto y fortaleciendo la economía de las comunidades que dependen de estos sistemas de producción.

### 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

A continuación, en la tabla 1, se establecen los beneficiarios del proyecto de manera directa e indirecta.

**Tabla 1.** Beneficiarios del proyecto de investigación

| Beneficiarios | Sector                                   | Población        |
|---------------|--|------------------|
| Directos      | Agricultores de la región sierra         | 632.366 personas |
| Indirectos    | Agricultores de la provincia de Cotopaxi | 32.050 personas  |

Fuente: Gad parroquial Belisario Quevedo

### 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

La deforestación y la pérdida de biodiversidad en Ecuador, particularmente en la región andina, han reducido la disponibilidad de especies nativas como *Eugenia myrtifolia*. Esta especie tiene un papel fundamental en la sostenibilidad ecológica y la economía local, contribuyendo a la regeneración de los ecosistemas y a la generación de ingresos para los agricultores locales (Tobon, 2007). Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de conservación, las técnicas tradicionales de propagación utilizadas en viveros forestales han demostrado ser ineficaces, resultando en bajas tasas de germinación y un desarrollo deficiente de las plántulas (Martínez, 2015; García, 2016).

El vivero forestal de plantas nativas de la Quinta Tunducama, en la parroquia Belisario Quevedo, enfrenta estos mismos desafíos. La falta de información precisa y de técnicas modernas de propagación adecuadas a las condiciones climáticas y edáficas locales ha dificultado el éxito en la reproducción de *Eugenia myrtifolia*, lo que afecta directamente la restauración ecológica y la sostenibilidad de la producción (Rosano, 2012). Esta situación se ve exacerbada por la variabilidad en la adaptación de las especies a las condiciones del entorno andino, que presenta desafíos específicos de temperatura, altitud y humedad (Varela & Arana, 2011).

Por lo tanto, es necesario investigar y evaluar diferentes estrategias de propagación de *Eugenia myrtifolia* (semillas, esquejes y estacas) para identificar el método más eficaz bajo las condiciones controladas del vivero. Esto contribuirá a mejorar las tasas de éxito en la propagación de esta especie y, en última instancia, a la preservación de su diversidad genética y a su potencial para la reforestación en la región (Fernández, 2021). Además, la investigación podría ayudar a fortalecer la economía local al aumentar la rentabilidad de los cultivos de *Eugenia myrtifolia*, gracias a una producción más eficiente y sostenible (Silva et al., 2018).

## **5. OBJETIVOS:**

### **5.1. General**

Evaluar la eficacia de tres técnicas de propagación (semillas, esquejes y estacas) de *Eugenia myrtifolia* en condiciones controladas en el vivero forestal de plantas nativas de la Quinta Tunducama, en la parroquia Belisario Quevedo

### **5.2. Específicos**

- Caracterizar las condiciones edafoclimáticas de la parroquia Belisario Quevedo, enfocándose en los factores que influyen en la propagación de *Eugenia myrtifolia*.
- Evaluar las tasas de germinación de *Eugenia myrtifolia* utilizando tres técnicas de propagación: por semillas, esquejes y estacas, en condiciones controladas del vivero forestal.
- Determinar el método de propagación más eficiente para la propagación de *Eugenia myrtifolia* en términos de velocidad de germinación, número de brotes y longitud de los mismos, optimizando los procesos de producción en el vivero

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 2.** Actividades en relación a los objetivos planteados

| <b>Objetivo Específico</b>   | <b>Actividad</b>   | <b>Metodología</b>   | <b>Resultados Esperados</b>  |
|--|--|--|--|
| Caracterizar las condiciones edafoclimáticas de la parroquia Belisario Quevedo, enfocándose en los factores que influyen en la propagación de <i>Eugenia myrtifolia</i> .                | Recolección de datos edafoclimáticos de la parroquia (temperatura, precipitación, tipo de suelo, altitud).   | Georreferenciación de la parroquia Belisario Quevedo                       | Shapes climáticos de la zona de estudio  |
| Evaluar las tasas de germinación de <i>Eugenia myrtifolia</i> utilizando tres técnicas de propagación: por semillas, esquejes y estacas, en condiciones controladas del vivero forestal. | Preparación del sustrato adecuado para cada método de propagación (semillas, esquejes, estacas).             | Aplicación de técnicas de propagación bajo condiciones controladas.        | Porcentaje de germinación para los tres métodos de propagación.                  |
|  | Siembra y monitoreo de las semillas, esquejes y estacas en condiciones controladas de temperatura y humedad. | Registro de la tasa de germinación y crecimiento inicial para cada método. | Análisis comparativo del rendimiento inicial entre semillas, esquejes y estacas. |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <p>Determinar el método de propagación más eficiente para la propagación de <i>Eugenia myrtifolia</i> en términos de velocidad de germinación, número de brotes y longitud de los mismos, optimizando los procesos de producción en el vivero.</p> | <p>Evaluación del número de brotes a lo largo del tiempo (30 y 60 días).</p>                          | <p>Observación del crecimiento de los brotes durante los periodos establecidos.</p>             | <p>Identificación del método más eficiente de propagación de <i>Eugenia myrtifolia</i> en función de la velocidad de germinación, de brotes.</p> |
|  | <p>Aplicación de análisis estadísticos comparativos para determinar la eficiencia de cada método.</p> | <p>Análisis estadístico con software especializado (e.g., Jamovi) para comparar resultados.</p> | <p>Recomendaciones para la optimización del proceso de producción en el vivero.</p>  |

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **7.1 Recursos Forestales de Interés Ambiental:**

(Ecuador, 2013). El Ecuador continental, una diversidad de ecosistemas que va desde glaciares volcánicos hasta bosques húmedos tropicales, por lo que se considera uno de los países de alta variación biogeográfica a nivel mundial. Esa amplia riqueza natural ha sido y es, la base en la que se ha sustentado el desarrollo social y económico del Ecuador. Por lo que es, evidente y clara la necesidad de conservar esa riqueza natural y promover un uso sustentable de la misma, garantizando de esta forma la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones. Esta biodiversidad es la clave que permite asegurar el recurso hídrico pues ya que las especies forestales permiten capturar de 5 a 20 % sobre el volumen normal de precipitaciones.

El Bosque Nativo es uno de los recursos naturales más importantes con que cuenta el Ecuador para su desarrollo; y constituye una unidad ecosistémica formada por árboles, arbustos y demás especies vegetales y animales resultado de un proceso ecológico espontáneo que interrelaciona otros recursos como el agua, la biodiversidad, el suelo, el aire, el paisaje, etc. Este aporte se convierte en un componente importante del balance hídrico de dichos ecosistemas por la capacidad que tienen para interceptar el agua de la niebla y por la disminución de la transpiración. (Tobon, 2007)

### **7.2 Semillas**

La semilla o simiente es la parte del vegetal mediante la cual se propagan los vegetales espermatofitos. La semilla se produce por la maduración de un óvulo de una gimnosperma o de una angiosperma. Una semilla contiene un embrión del que puede desarrollarse una nueva planta bajo condiciones apropiadas. También contiene una fuente de alimento almacenado y está envuelta en una cubierta protectora.

(Cain, 2001) establece que la producción de semillas en poblaciones de plantas naturales varía mucho de un año a otro en respuesta a variables climáticas, insectos y enfermedades, y ciclos internos de las propias plantas.

#### **7.2.1 Tipos de semillas.-**

- a) Semillas recalcitrantes.-

Las semillas recalcitrantes son aquéllas que pasan por un corto o ningún secado de maduración, y permanecen sensibles a la deshidratación, tanto en su desarrollo como después de su desprendimiento.

Las semillas recalcitrantes son aquéllas que pasan por un corto o ningún secado de maduración, y permanecen sensibles a la deshidratación, tanto en su desarrollo como después de su desprendimiento.

Sin embargo, esta situación es mucho más compleja debido a la amplia gama de variabilidad entre las semillas recalcitrantes de diferentes especies y, ciertamente, de especies individuales bajo diferentes condiciones (Berjak y Pammenter, 1997). Tales semillas se desprenden hidratadas, aunque el contenido de agua puede estar, generalmente, en cualquier parte del rango de 0.43 a 4.0 g g<sup>-1</sup>, que es de 30 a 80% en base de masa húmeda. El contenido de agua al momento del desprendimiento es una característica parcial de la especie, que depende del grado de deshidratación que ocurre de manera tardía durante el desarrollo de la semilla; esto ha sido sugerido como una correlación con el grado de tolerancia a la deshidratación, desarrollado por especies individuales (Finch-Savage, 1996).

Las semillas recalcitrantes no son igualmente sensibles a la deshidratación, de modo que los grados variables de deshidratación se toleran dependiendo de la especie. Esto implica que los procesos o mecanismos (ver abajo) que confieren tolerancia a la deshidratación, son variables desarrolladas o expresadas en una condición no ortodoxa.

#### b) Semillas ortodoxas.-

Las semillas ortodoxas (Roberts, 1973) adquieren tolerancia a la deshidratación durante su desarrollo y pueden almacenarse en estado seco, por períodos predecibles y bajo condiciones específicas. A no ser que estén debilitadas por hongos con tolerancia cero en almacenamiento, las semillas ortodoxas deben mantener un alto vigor y viabilidad, por lo menos desde la cosecha hasta la siguiente temporada de cultivo (Berjak et al., 1989), o por varias décadas a una temperatura de -18 o C (IBPGR, 1976). Por lo general, estas semillas pasan por un período de secado durante su maduración y se desprenden a un bajo contenido de humedad, el cual está en equilibrio con la humedad relativa (HR) prevaleciente. El equilibrio del contenido de agua a cualquier HR en particular, se determina por la composición de la semilla, pero todas las semillas ortodoxas pueden resistir la deshidratación a aproximadamente 5% (0.053g H<sub>2</sub>O g<sup>-1</sup> material seco [g g<sup>-1</sup>]), aun cuando el secado de maduración no se haya completado antes del desprendimiento. Cualquier semilla que no se comporte de esta manera no es ortodoxa, y, de

hecho, las semillas de un gran número de especies tropicales pueden ser, por consiguiente, no ortodoxas.

### **7.3 Germinación**

La germinación es un proceso que consiste en la absorción de agua, la reactivación del metabolismo y la iniciación del crecimiento del embrión de una semilla. (Bidwell, 2008) La germinación en condiciones de laboratorio, la posterior rotura de las cubiertas seminales por la radícula es el hecho que se utiliza para considerar que la germinación ha tenido lugar (criterio fisiológico). Sin embargo, en condiciones de campo no se lo considera que la germinación ha finalizado hasta que se produce la emergencia y desarrollo de una plántula normal. (Pita, 2014)

### **7.4 MÉTODOS DE GERMINACIÓN**

(Varela & Arana, 2011), Los métodos de germinación son todos los procedimientos necesarios para fragmentar la latencia de las semillas, esto es, el estado en que se encuentran algunas tal es el caso que, estando vivas, no son capaces de germinar sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas para ello.

Los métodos previos para romper la latencia física de la cubierta tienen por finalidad ablandar, perforar, rasgar o abrir la cubierta para hacerla permeable, sin dañar el embrión ni el endosperma que están en su interior. Comprenden métodos físicos y biológicos, calor seco y remojo en agua o soluciones químicas. Todo método que destruye o reduce la impermeabilidad de la cubierta se denomina habitualmente escarificación. (Lasso, 2010)

### **7.5 La *Eugenia myrtifolia***

#### ***7.5.1 Origen de la especie *Eugenia myrtifolia****

El género *Eugenia*, que pertenece a la familia Myrtaceae, tiene su origen en regiones tropicales y subtropicales. Es especialmente prominente en las selvas tropicales de América del Sur y en las islas del Pacífico. Esta especie se encuentran en América Central, América del Sur, y algunas regiones de Asia y Oceanía. Su expansión ha sido facilitada por su capacidad para adaptarse a diversos tipos de hábitats forestales. (Martínez, 2015).

### 7.5.2 Taxonomía

**Tabla 3.** Taxonomía de la planta de Eugenia

| <b>Categoría</b>         | <b>Clasificación</b> |
|--------------------------|----------------------|
| <b>División</b>          | Espermatofita        |
| <b>Sub-División</b>      | Angiosperma          |
| <b>Clase</b>             | Dicotiledóneas       |
| <b>Sub-clase</b>         | Myrtales             |
| <b>Orden</b>             | Myrtales             |
| <b>Familia</b>           | Myrtaceae            |
| <b>Sub-Familia</b>       | Myrtoideae           |
| <b>Tribu</b>             | Eugenieae            |
| <b>Género</b>            | Eugenia              |
| <b>Especie</b>           | Eugenia spp.         |
| <b>Nombre Científico</b> | Eugenia uniflora     |

Fuente: Phylogeny Group. (2019)

### 7.5.3 Propagación y Cultivo

La Eugenia myrtifolia se puede propagar de varias maneras, siendo las más comunes la propagación por semillas y por esquejes.

#### 7.5.3.1 Propagación por Semillas

##### 7.5.3.1.1 Materiales necesarios:

- Semillas frescas de Eugenia myrtifolia
- Suelo húmedo y bien drenado
- Recipiente pequeño con agujeros de drenaje
- Agua tibia
- Lugar con luz indirecta y temperatura entre 20-25°C

##### 7.5.3.1.2 Instrucciones:

- Limpia las semillas con agua tibia para eliminar cualquier residuo o bacteria.
- Coloca las semillas en el recipiente, cubriéndolas con una capa fina de suelo húmedo.
- Riega suavemente con agua tibia, asegurándote de que el suelo esté húmedo pero no encharcado.

- Coloca el recipiente en un lugar con luz indirecta y temperatura entre 20-25°C.
- Mantén el suelo húmedo pero no encharcado durante las siguientes 2-3 semanas.
- Después de 2-3 semanas, las semillas deberían germinar. Transplanta las plántulas a suelos individuales cuando tengan 2-3 pares de hojas.
- Asegúrate de proporcionar suficiente luz, agua y nutrientes para que las plántulas crezcan saludables.

#### **7.5.3.1.3      *Consejos:***

- Utiliza semillas frescas y de buena calidad.
- Asegúrate de que el suelo esté húmedo pero no encharcado.
- Mantén la temperatura y la humedad adecuadas.
- No sobrecargues el recipiente con demasiadas semillas. (Sánchez et al., 2019)

#### **7.5.3.2 Propagación por Esquejes**

##### **7.5.3.2.1      *Materiales necesarios:***

- Esquejes de tallo de *Eugenia myrtifolia* (de 10-20 cm de largo y 1-2 cm de diámetro)
- Suelo húmedo y bien drenado
- Recipiente con agua
- Hormona de enraizamiento (opcional)
- Corteza o musgo para cubrir

##### **7.5.3.2.2      *Instrucciones:***

- Selecciona esquejes de tallo de *Eugenia myrtifolia* con al menos dos nudos (puntos donde las hojas se unen al tallo).
- Corta los esquejes justo debajo de un nudo, utilizando una herramienta afilada y limpia.
- Retira las hojas inferiores, dejando solo dos o tres hojas en la parte superior.
- Coloca los esquejes en un recipiente con agua, asegurándote de que el nudo esté sumergido.
- Agrega hormona de enraizamiento si lo deseas, siguiendo las instrucciones del producto.
- Cubre el recipiente con corteza o musgo para mantener la humedad.
- Coloca el recipiente en un lugar con luz indirecta y temperatura entre 20-25°C.
- Mantén el suelo húmedo pero no encharcado.
- Transplanta los esquejes a suelos individuales después de 2-3 meses, cuando hayan desarrollado raíces y nuevas hojas.

#### **7.5.3.2.3      *Consejos:***

- Utiliza esquejes frescos y de buena calidad.
- Asegúrate de que el suelo esté húmedo pero no encharcado.
- Mantén la temperatura y la humedad adecuadas.
- No sobrecargues el recipiente con demasiados esquejes. (Acosta, 2014)

### **7.5.3.3 Propagación por estacas**

#### **7.5.3.3.1      *Instrucciones:***

- Selecciona estacas de tallo de *Eugenia myrtifolia* con al menos dos nudos (puntos donde las hojas se unen al tallo).
- Corta las estacas justo debajo de un nudo, utilizando una herramienta afilada y limpia.
- Retira las hojas inferiores, dejando solo dos o tres hojas en la parte superior.
- Coloca las estacas en un recipiente con agua, asegurándote de que el nudo esté sumergido.
- Agrega hormona de enraizamiento si lo deseas, siguiendo las instrucciones del producto.
- Cubre el recipiente con corteza o musgo para mantener la humedad.
- Coloca el recipiente en un lugar con luz indirecta y temperatura entre 20-25°C.
- Mantén el suelo húmedo pero no encharcado.
- Transplanta las estacas a suelos individuales después de 2-3 meses, cuando hayan desarrollado raíces y nuevas hojas.

#### **7.5.3.3.2      *Consejos:***

- Utiliza estacas frescas y de buena calidad.
- Asegúrate de que el suelo esté húmedo pero no encharcado.
- Mantén la temperatura y la humedad adecuadas.
- No sobrecargues el recipiente con demasiadas estacas. (José Ramón Acosta-Motos et al., 2017)

### **7.5.4    *Técnicas de Cultivo de la Planta Eugenia myrtifolia***

La *Eugenia myrtifolia* es una planta versátil y relativamente fácil de cultivar si se siguen algunas prácticas recomendadas.

#### 7.5.4.1.1 *Ubicación y Luz*

Exposición solar Prefiere pleno sol, pero también puede adaptarse a la sombra parcial. Colócala en un lugar donde reciba al menos varias horas de luz solar directa al día para un crecimiento óptimo.

- A. Tipo de suelo:** Necesita un suelo bien drenado y rico en materia orgánica. Evita los suelos encharcados, ya que pueden causar problemas de raíces.
- B. Riego:** El riego debe ser moderado. Mantén el sustrato ligeramente húmedo, pero evita el exceso de agua. Permite que el sustrato se seque ligeramente entre riegos para prevenir enfermedades radiculares.
- C. Tipo de fertilizante:** Utiliza fertilizantes orgánicos como compost o mantillo desde comienzos de primavera hasta finales del verano. También puedes usar fertilizantes químicos, pero asegúrate de seguir las indicaciones del fabricante para evitar riesgos al consumir los frutos.
- D. Época de poda:** Realiza podas durante los meses de invierno para promover un follaje más denso en primavera. La *Eugenia myrtifolia* responde bien a las podas y se vuelve más frondosa con ellas.
- E. Técnica:** Retira las ramas muertas o dañadas y da forma a la planta según tus necesidades, ya sea para setos, bonsáis o decoración de jardines.
- F. Plagas comunes:** Vigila la presencia de pulgones, cochinillas y ácaros. Usa insecticidas naturales o soluciones caseras para controlarlas.
- G. Enfermedades:** Evita el exceso de riego para prevenir enfermedades fúngicas. Si aparecen manchas en las hojas, trata con fungicidas adecuados. (L, 2022).

#### 7.5.5. *Descripción Botánica*

Las eugenias son arbustos o pequeños árboles que se caracterizan por sus hojas perennes y flores aromáticas. Pueden ser de crecimiento erecto o arbustivo, y en algunos casos, forman parte del sotobosque de los bosques tropicales y subtropicales. Es un arbusto que se apoderando de los jardines, muchas personas le conocen con el nombre de arbusto multicolor, por su variabilidad de tono en cada estación del año (PlantasDecor, 2024).

##### **A) Raíz**

Las raíces de las eugenias son típicamente fibrosas y se extienden superficialmente para maximizar la absorción de nutrientes en suelos ricos en materia orgánica. En suelos menos

fértiles, pueden desarrollar raíces más profundas para acceder a nutrientes y agua (García, 2016).

### **B) Tallo**

El tallo de las Eugenia es generalmente recto y puede ser ramificado. En algunas especies, el tronco puede ser más robusto, mientras que en otras es más delgado y ramificado. La corteza puede variar en textura desde lisa hasta rugosa (Rodríguez, 2017).

### **C) Hojas**

Las hojas de las eugenias son opuestas, simples y generalmente ovaladas. Pueden variar en tamaño, desde hojas pequeñas en especies arbustivas hasta hojas más grandes en especies arbóreas. La superficie es a menudo brillante y puede presentar un color verde oscuro a verde claro (Vargas, 2018).

### **D) Flores e Inflorescencias**

Las flores de las eugenias son pequeñas, generalmente de color blanco o rosa, y suelen agruparse en inflorescencias terminales. Tienen una estructura radial con numerosos estambres y un ovario que se desarrolla en un fruto (Lopez, 2019).

### **E) Frutos y Semillas**

El fruto de las eugenias es una baya que puede variar en tamaño y forma según la especie. Las bayas suelen ser comestibles y pueden tener un sabor dulce o ácido. Dentro del fruto, las semillas están rodeadas por una pulpa jugosa (Fernandez, 2020).

### **F) Etapas Fenológicas del Cultivo**

La etapa fenológica de la especie incluye los siguientes estados vegetativos y reproductivos desde la germinación hasta la madurez (Hernández, 2021).

- **Germinación:** Cuando la semilla comienza a desarrollar una plántula.
- **Desarrollo Vegetativo:** Crecimiento de hojas y raíces, formación de ramas.
- **Botonadura:** Formación de botones florales visibles.
- **Floración:** Apertura de las flores y desarrollo completo de la inflorescencia.
- **Fructificación:** Desarrollo y maduración del fruto.
- **Dispersión:** Dispersión de las semillas para iniciar el ciclo de crecimiento en nuevas ubicaciones.

## 7.6. CONDICIONES AGROECOLOGICAS PARA EL CULTIVO

La especie *Eugenia myrtifolia* requieren condiciones específicas para su óptimo desarrollo, que varían según la especie. Generalmente, esta especie prefieren climas cálidos y húmedos, aunque algunas especies pueden tolerar una mayor variabilidad en condiciones ambientales.

### 7.6.1. Requerimientos Edafoclimáticos

En la tabla 4, se presentan los valores promedios referentes a las condiciones edafoclimáticas que se necesita la especie para que pueda desarrollarse de mejor manera.

**Tabla 4. Condiciones agroecológicas para el cultivo**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Clima</b>         | Tropical/Subtropical                          |
| <b>Temperatura</b>   | 18° - 30° C                                   |
| <b>Pluviosidad</b>   | 1000-2500 mm                                  |
| <b>Altitud</b>       | Desde el nivel del mar hasta 1500 m.s.n.m     |
| <b>Tipo de Suelo</b> | Suelo bien drenado y rico en materia orgánica |
| <b>pH</b>            | 5.5 a 6.5                                     |

Fuente: (Robinson, 2018).

### 7.6.2. Época de Siembra

La *Eugenia* es un género que incluye varias especies que se pueden cultivar en diferentes épocas según la región. En las regiones tropicales y subtropicales, como las de América Central y del Sur, la siembra de *Eugenia* suele realizarse durante la temporada de lluvias, que generalmente va de la primavera al inicio del verano. En estas regiones, el período óptimo para la siembra es de abril a junio, coincidiendo con la temporada de mayor humedad, lo que favorece la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas. La siembra puede llevarse a cabo tanto en sistemas de monocultivo como en sistemas agroforestales, en función de los objetivos de producción y las condiciones del suelo (Ríos et al, 2015).

### 7.6.3. Cosecha

La cosecha de *Eugenia* se realiza cuando los frutos han alcanzado su madurez completa. Dependiendo de la especie y el tipo de fruto, esto puede variar entre 6 a 12 meses después de la siembra. Los frutos se deben recoger manualmente, ya que el proceso de cosecha puede dañar las plantas si no se realiza con cuidado. Una vez recolectados, los frutos deben ser secados al aire libre en un lugar sombreado para evitar la fermentación o el deterioro. En algunos casos, especialmente para las especies de *Eugenia* utilizadas para la producción de semillas, el secado

puede ser seguido por una fase de procesamiento que incluye el desmenuzamiento y la limpieza de las semillas (Molina, 2017).

#### **7.6.4. Reproducción vegetal**

Todos los seres vivos poseen algún tipo de reproducción, es decir, un mecanismo para continuar la especie y garantizar la preservación de su contenido genético, en que se encuentra su riqueza biológica. En el caso de los seres vivos del reino vegetal, dicha reproducción se da a través de modos muy específicos, que pueden ser sexuales o asexuales.  
<https://concepto.de/reproduccion-de-las-plantas/#ixzz8jbRNX3yV>

#### **7.6.5. Tipos de Reproducción**

##### **A) Reproducción sexual**

Participan dos organismos de diferente sexo, uno femenino y otro masculino. Sin embargo, muchas variedades de plantas poseen ambos sexos en el mismo individuo. Los organismos que se originan mediante este tipo de reproducción poseen características de ambos progenitores. Por lo tanto, son semejantes a ellos, pero no idénticos. En las plantas con semilla predomina la reproducción sexual, aunque muchas de ellas presentan formas de reproducción asexual. A las personas que se dedican al cultivo de plantas, la reproducción asexual les conviene para producir plantas con determinadas características que resultan útiles por diversos motivos.

Dichos gametos haploides se suelen juntar por la acción de insectos o medios polinizadores (como las abejas), que transportan el polen lleno de gametos de una planta a la otra, permitiendo así la fecundación. En otros casos el viento cumple ese rol, sobre todo para los hongos, musgos y helechos que también poseen reproducción sexual mediante esporas.

Una vez fecundada la planta con el polen de otra, dentro de la flor se produce un cigoto que reúne los caracteres genéticos de sus dos progenitores (variabilidad sexual) y que eventualmente es recubierto con una coraza protectora, constituyendo una semilla.

Entonces, en las angiospermas, se crea un fruto a su alrededor, para que los animales lo coman y la transporten a otros lugares alejados de la planta progenitora, o bien se liberará las semillas al medio ambiente, para que germinen donde consigan las condiciones idóneas y el ciclo pueda volver a empezar.

De cada semilla germina una sola planta, cuyo genoma es único y distinto al de las demás semillas de su camada (García, 2016).

## B) Reproducción asexual

La reproducción vegetativa también se denomina reproducción asexual (la que se produce sin la unión de los núcleos de las células sexuales o gametos). Se crea un nuevo organismo a partir de un fragmento del propio individuo completo ya desarrollado, (trozos de tallos u hojas), de tal modo que el individuo resultante es idéntico al parental, desde la perspectiva genética. (Fernández, 2021)

### Ejemplos de reproducción vegetativa o asexual:

Partes de hepáticas y musgos se desgajan de la planta parental y se transforman en individuos nuevos

- Esquejes
- Esporas (helechos)
- Tubérculos (patata)
- Bulbos (ajo)
- Estolones (fresas)
- Algunas raíces

### C) Tipos de reproducción vegetativa:

- **Gemación:** donde se originan nuevos seres que se pueden separar del organismo parental, o bien, quedar unidos al individuo, originando una colonia, esto da lugar a seres unicelulares y pluricelulares respectivamente.
- **Reproducción natural:** existen varios modelos: mediante las mitosporas, o a través de propágulos, así como también se encuentran rizomas, bulbos, tubérculos, estolones y cormos.

#### 7.6.6. Aspectos ecológicos de la especie

Crece principalmente en climas húmedos tropicales y subtropicales. Es una planta que requiere mucho sol. Tiene cierta resistencia a las heladas suaves, pero temperaturas por debajo de los -3 °C causan daños que pueden ser fatales para las plantas jóvenes. Crece entre el nivel del mar y los 1750 m de altitud, resiste bien las sequías y las inundaciones de corta duración. No tolera suelos encharcados, terrenos calizos y muy salinos.

La semilla germina en el plazo de un mes, aunque la viabilidad de las mismas disminuye a partir de las cuatro semanas. Es de destacar la gran presencia de abejas en la época de floración, ya que sus flores atraen a las abejas, por lo que se considera una buena especie para apicultura. Los frutos son muy apreciados por las aves, que colaboran en la dispersión natural de las semillas, por mamíferos, y eventualmente por lagartijas (Rosano, 2012).

En zonas cálidas y húmedas produce mayor cantidad de frutos, requiriendo mucha agua en el periodo de fructificación. Al ser una planta que produce muchas ramas, la poda de ramas más viejas y muy leñosas ayuda a mejorar el rendimiento de la producción de frutos, además de mantener la planta con la copa baja (Geifus, 1994).

Si bien la planta requiere poca agua y nutrientes para su crecimiento, los frutos aumentan en tamaño, calidad y cantidad con buena humedad y suelos ricos en fósforo. Si se desea fertilizar, lo recomendable es hacerlo en primavera y verano (Morton, 1987).

Estas plantas florecen en el mes de septiembre y los frutos se cosechan en noviembre. Algunas variedades presentan una segunda floración en verano, dando una segunda cosecha en marzo-abril.

#### **7.6.7. Variedades**

En el cultivo de Eugenia, existen varias especies y variedades que se adaptan a diferentes condiciones ambientales. Entre las especies comunes se encuentran Eugenia uniflora (cerella o pitanga), Eugenia brasiliensis y Eugenia dysenterica (cabeludinha). En Brasil, por ejemplo, se han desarrollado variedades mejoradas de Eugenia uniflora que son más resistentes a plagas y enfermedades, y que ofrecen un mejor rendimiento en términos de producción de frutos. Estas variedades mejoradas se han obtenido a través de programas de selección y mejoramiento genético que buscan optimizar las características agronómicas de las plantas (Almeida et al., (2014).

##### **a) Eugenia uniflora (Pitanga o Cerella)**

Esta especie, conocida como pitanga o cerella, es muy popular en América del Sur por sus frutos comestibles que tienen un sabor agridulce y un alto contenido en vitamina C (Almeida et al., (2014).

##### **b) Eugenia dysenterica (Cabeludinha o Cabeludinha-do-cerrado)**

Originaria de Brasil, esta especie es conocida por sus frutos pequeños y de sabor agrio, muy valorados en la región del cerrado brasileño (Lima et al., (2015).

##### **c) Eugenia brasiliensis (Guabijú)**

Esta especie se cultiva en Brasil y otros países sudamericanos. Los frutos son de color rojo oscuro a negro y se utilizan tanto para consumo fresco como para la elaboración de productos procesados (Ribeiro et al., (2016).

**d) Eugenia involucrata (Eugenia de hojas redondas)**

Esta especie se encuentra en los bosques tropicales y subtropicales de Brasil y otras regiones de América del Sur. Es conocida por sus hojas redondeadas y sus frutos comestibles de color rojo (Santos et al., (2017).

**e) Eugenia stipitata (Cabeludinha do Brasil)**

Conocida por su capacidad para adaptarse a suelos pobres y condiciones secas. Los frutos son de color amarillo a naranja y tienen un sabor agrídulce (Silva et al., (2018).

**7.6.8. Beneficios de la especie Eugenia myrtifolia**

Eugenia es un género de plantas que ofrece una variedad de beneficios debido a sus propiedades nutricionales, medicinales y ambientales. Los beneficios más destacados incluyen:

**a) Beneficios Nutricionales**

Las especies de Eugenia, como Eugenia uniflora (pitanga), son ricas en nutrientes esenciales. Los frutos de Eugenia uniflora contienen altas concentraciones de vitamina C, antioxidantes y compuestos fenólicos, que contribuyen a la salud general, el refuerzo del sistema inmunológico y la prevención de enfermedades crónicas (Almeida et al., (2014). Además, estos frutos pueden ser consumidos frescos, en jugos, mermeladas o en productos procesados, proporcionando una fuente nutritiva de vitaminas y minerales (Cruz et al., (2011).

**b) Propiedades Medicinales**

Las hojas y frutos de Eugenia uniflora y otras especies del género tienen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Los extractos de Eugenia se han utilizado en la medicina tradicional para tratar diversas afecciones, como problemas digestivos, infecciones y como agentes antidiabéticos (Lima et al., (2015). Los estudios han demostrado que los compuestos bioactivos en estas plantas pueden ayudar a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y mejorar la salud metabólica (Santos et al., (2017).

**c) Beneficios Ambientales**

Eugenia también juega un papel importante en la conservación del medio ambiente. Las especies de este género se utilizan en reforestación y restauración de hábitats debido a su adaptabilidad a diferentes tipos de suelos y condiciones climáticas. Su capacidad para mejorar

la calidad del suelo y proporcionar hábitats para la fauna local contribuye a la biodiversidad y a la estabilidad de los ecosistemas (Silva et al., (2018).

## **7.6 Importancia de la especie *Eugenia myrtifolia***

Esta especie tiene una importancia significativa tanto a nivel económico como ecológico:

### **7.6.1 Importancia Económica**

La comercialización de los frutos de *Eugenia myrtifolia*, como la pitanga y la guabijú, representa una fuente de ingresos para los agricultores y comunidades locales en América del Sur. Estas especies tienen un mercado en expansión debido a su demanda en la industria alimentaria y cosmética. Además, su cultivo puede diversificar las fuentes de ingresos en regiones rurales, promoviendo la economía local (Almeida et al., (2014); Ribeiro et al., (2016).

### **7.6.2 Importancia Ecológica**

Las especies de *Eugenia* juegan un papel crucial en la preservación de los ecosistemas naturales. Su capacidad para crecer en suelos degradados y su uso en proyectos de reforestación contribuyen a la restauración de paisajes y a la mitigación del cambio climático. Las plantas de *Eugenia* también ofrecen recursos y refugio para diversas especies de fauna, lo que ayuda a mantener el equilibrio ecológico (Santos et al., (2017); Silva et al., (2018).

## **8. MARCO LEGAL**

### **CODIGO OPRGANICO AMBIENTAL**

Art. 34.- Importación y exportación con fines científicos. - La Autoridad Ambiental Nacional, por medio del Instituto Nacional de Investigación sobre la Biodiversidad, podrá importar y exportar semillas forestales de especies nativas y material vegetal con fines de investigación científica, intercambio o donación conforme los procedimientos establecidos previstos en el Código Orgánico de Economía Social de Conocimientos, Creatividad e Innovación, y las normas de bioseguridad aplicables

### **LEY ORGÁNICA DE SANIDAD AGROPECUARIA (2017)**

Artículo 1. Objeto. - La presente Ley regula la sanidad agropecuaria, mediante la aplicación de medidas para prevenir el ingreso, diseminación y establecimiento de plagas y enfermedades; promover el bienestar animal, el control y erradicación de plagas y enfermedades que afectan a los vegetales y animales y que podrían representar riesgo fito y zoonosanitario. Regula también el desarrollo de actividades, servicios y la aplicación de medidas fito y zoonosanitarias, con base a los principios técnico-científicos para la protección y mejoramiento de la sanidad animal y vegetal, así como para el incremento de la producción, la productividad y garantía de los derechos a la salud y a la vida; y el aseguramiento de la calidad de los productos agropecuarios, dentro de los objetivos previstos en la planificación, los instrumentos internacionales en materia de sanidad agropecuaria, que forman parte del ordenamiento jurídico nacional. La sanidad en materia de acuicultura y pesca, así como el aseguramiento de la calidad de sus productos se regularán en la Ley correspondiente.

Artículo 4. Principios de aplicación de la ley. - Esta ley se regirá por los principios de solidaridad, autodeterminación, transparencia, no discriminación, sustentabilidad, sostenibilidad, participación, prioridad del abastecimiento nacional, equidad de género en el acceso a los factores de la producción, equidad e inclusión económica y social, interculturalidad, eficiencia e inocuidad, con especial atención a los microempresarios, microempresa o micro, pequeña y mediana producción (p. 13).

Según el Artículo 20 de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria (2017) para identificar y diagnosticar los patógenos que afectan a la producción primaria agropecuaria la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario en conjunto con la autoridad rectora del conocimiento e investigación, utilizará sus laboratorios, para regular el desarrollo de actividades, servicios y

la aplicación de medidas fito y zoonositarias, con base a los principios técnico-científicos para la protección y mejoramiento de la sanidad animal y vegetal (p. 40).

## **LEY ORGÁNICA DEL RÉGIMEN DE LA SOBERANÍA ALIMENTARIA (2018)**

### **CAPÍTULO IV SANIDAD E INOCUIDAD ALIMENTARIA**

Artículo 25. Sanidad animal y vegetal. - El Estado prevendrá y controlará la introducción y ocurrencia de enfermedades de animales y vegetales; asimismo promoverá prácticas y tecnologías de producción, industrialización, conservación y comercialización que permitan alcanzar y afianzar la inocuidad de los productos. Para lo cual, el Estado mantendrá campañas de erradicación de plagas y enfermedades en animales y cultivos, fomentando el uso de productos veterinarios y fitosanitarios amigables con el medio ambiente. Los animales que se destinen a la alimentación humana serán reproducidos, alimentados, criados, transportados y faenados en condiciones que preserven su bienestar y la sanidad del alimento (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017, p. 40).

### **Título IV Consumo y Nutrición**

Artículo 27. Incentivo al consumo de alimentos nutritivos. - Con el fin de disminuir y erradicar la desnutrición y malnutrición, el Estado incentivará el consumo de alimentos nutritivos preferentemente de origen agroecológico y orgánico, mediante el apoyo a su comercialización, la realización de programas de promoción y educación nutricional para el consumo sano, la identificación y el etiquetado de los contenidos nutricionales de los alimentos, y la coordinación de las políticas públicas (Asamblea Nacional del Ecuador, 2018, p. 45).

## 9. VALIDACIÓN DE LA PREGUNTA CIENTÍFICA

**¿La evaluación de las técnicas de propagación de *Eugenia myrtifolia* en el vivero forestal de plantas nativas de la quinta Tunducama permitirá determinar el mejor método de propagación de la especie?**

Si, la evaluación de las técnicas de propagación de *Eugenia myrtifolia* en el vivero forestal de plantas nativas de la quinta Tunducama permite determinar el mejor método de propagación de la especie con la finalidad de establecer políticas de manejo, conservación y protección de esta especie que se encuentra en peligro de extinción debido al desarrollo de una serie de actividades de origen antropogénico que se establecen día a día en los diferentes sectores a nivel local, provincial y nacional. El método de propagación por semillas es el más eficiente ya que presenta el 90% de germinación en el lapso de 60 días, debido a esto es de vital importancia realizar actividades de recolección de sus semillas para generar políticas de conservación de las mismas. Esto permitirá a los organismos gubernamentales y no gubernamentales establecer políticas de propagación de esta especie con la finalidad de mejorar las zonas que han sufrido vulnerabilidad física y ambiental enfocada hacia la conservación de los distintos ecosistemas propios de cada localidad. Entre sus beneficios los frutos son de color morado y son ricos en vitamina A, fósforo, calcio y hierro, incluso la infusión de sus hojas tiene numerosas propiedades medicinales. También el fruto, sirve para elaborar mermeladas, confituras, dulces, zumos, etc., y de ella, se elabora un vino. Debido a la poca información existente acerca de esta especie es de vital importancia establecer nuevos estudios que permitan determinar todas las bondades que esta presenta en el equilibrio social y ambiental.

## **10. METODOLOGÍA**

### **10.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El enfoque de investigación fue de tipo cualitativo es decir permitió identificar el mejor método de propagación y el día presente en la germinación de los 3 métodos para posteriormente poder ser analizados estadísticamente con la finalidad de poder explicar el comportamiento de la misma. Para ello se estableció 240 fundas plásticas para propagación de cada especie mismas que contenían un mismo tipo de sustrato (Casarilla de arroz 50%, vermicompost 25% y tierra negra 25%), dónde se procedió a realizar la siembra de la especie.

#### **Investigación Descriptiva:**

El tipo de investigación es descriptiva, ya que busca observar y describir las diferencias entre los métodos de propagación. Se enfoca en detallar las condiciones de germinación y desarrollo de las plantas en un entorno controlado, así como las variaciones en los resultados obtenidos por cada técnica.

### **10.2 Investigación bibliográfica**

Se utilizó este tipo de investigación porque en la actualidad los estudios acerca de esta especie son muy limitada siendo la información muy escasa en el país y fuera de este; dejando a un lado la importancia a nivel social y ambiental que esta presenta, este tipo de investigación permitió recopilar información a partir de materiales publicados como son: revistas, artículos, tesis.

### **10.3 Tipos de Métodos**

#### ***10.3.1 Método Descriptivo***

El método descriptivo se utilizó para describir las características, condiciones y resultados del proceso de propagación de *Eugenia myrtifolia*. La investigación descriptiva se enfoca en observar y registrar detalladamente los eventos, sin intervenir directamente en el curso de estos.

#### ***10.3.2 Método Comparativo***

Este método implica la comparación entre dos o más grupos para identificar similitudes y diferencias significativas. En este caso, se compara la eficacia de los tres métodos de propagación en términos de su capacidad para generar nuevas plantas de *Eugenia myrtifolia*.

## **10.4 Técnicas e instrumentos de investigación**

### **10.4.1 Técnicas**

#### **a) Observación directa**

Se emplea para monitorear diariamente las plantas en el vivero forestal, observando el proceso de germinación y desarrollo de brotes en semillas, esquejes y estacas. La observación directa permite identificar los cambios visibles en las plantas a lo largo del tiempo, tales como el número de brotes emergentes y la longitud de los mismos.

### **10.4.2 Instrumentos**

#### **10.4.2.1 Registro de Datos en Fichas**

Se utilizaron fichas para documentar el crecimiento de las plantas, los días en que aparecen los brotes, la cantidad de brotes por planta y otras variables de interés. Este registro sistemático asegura que toda la información relevante esté documentada de manera organizada.

#### **10.4.2.2 Cámara Fotográfica o Teléfono Móvil con Cámara**

Se emplea para tomar fotografías de las plantas en diferentes etapas de crecimiento, lo que permite una referencia visual de los resultados y una comparación más detallada de los métodos de propagación

#### **10.4.2.3 Software de Análisis Estadístico (Jamovi y Excel)**

Se utilizó para realizar cálculos estadísticos, como porcentajes de germinación, promedios de longitud de brotes, y análisis comparativos entre los métodos de propagación. **Jamovi** se destaca por ser un software gratuito de análisis estadístico fácil de usar, mientras que **Excel** es útil para la organización de datos y generación de gráficos.

## **10.5 Metodología empleada en la propagación de semillas**

Se recolectaron las semillas de *Eugenia myrtifolia* maduras mediante la despellejación del fruto maduro, en el Parque de las Flores, ubicado en Ambato. Posteriormente, se preparó el sustrato, se llenaron en las gavetas y se procedió a la siembra. Las semillas fueron desinfectadas utilizando una solución de hipoclorito de sodio al 5% durante 10 minutos para garantizar su limpieza y reducir el riesgo de enfermedades. Finalmente, se realizó el riego de manera controlada, evitando el encharcamiento del agua, a fin de prevenir la pudrición de las semillas y promover un ambiente adecuado para su germinación.

### **a) Técnica de Propagación**

El proceso de selección de las estacas y esquejes se llevó a cabo con especial atención a las características morfológicas de las partes vegetativas. Se seleccionaron aquellas que presentaban un diámetro uniforme, similar al de un lápiz, lo cual es crucial para asegurar un desarrollo vigoroso. Además, se verificó que cada una de las estacas y esquejes contara con una abundante presencia de yemas axilares bien formadas, ya que estas yemas son esenciales para facilitar la emisión de brotes y el posterior desarrollo de un sistema radicular robusto.

Las semillas, por su parte, fueron sometidas a un tratamiento de pre-germinación consistente en su inmersión en agua durante un periodo de 12 horas antes de la siembra. Este proceso permite identificar las semillas viables, ya que las que flotan suelen estar dañadas o vacías y no son aptas para la germinación. Este tratamiento también ayuda a activar los procesos biológicos internos de las semillas, acelerando su germinación tras la siembra.

### **b) Recolección y Análisis de Datos**

Se llevó a cabo un monitoreo exhaustivo de cada uno de los métodos de propagación con el objetivo de establecer de manera precisa el número de plantas germinadas, así como el número de brotes presentes, desde el día 0 hasta los 60 días posteriores al inicio de la investigación. Este proceso abarcó todas las etapas, comenzando con la selección y preparación de 5 kg de semillas, seguido por la selección cuidadosa de los esquejes y estacas, asegurando la coherencia y calidad en cada método de propagación. Los datos recolectados durante este periodo proporcionaron la base para un análisis detallado del rendimiento de cada técnica, permitiendo identificar las más eficientes en términos de germinación y desarrollo vegetativo.

## **10.6 Descripción de las actividades realizadas**

### ***10.6.1 Preparación del sustrato***

Se preparó un sustrato compuesto por un 50% de humus de lombriz, 25% de cascarilla de arroz y 25% de tierra negra, al cual se añadieron 25 kilos de abono completo Berger, con el objetivo de facilitar el desarrollo óptimo de las semillas. Este sustrato fue diseñado atendiendo a los siguientes criterios:

- Debe poseer suficiente consistencia para mantener las semillas en su lugar durante todo el proceso de germinación.
- No debe experimentar cambios significativos en su volumen cuando se encuentra seco o húmedo.

- Debe garantizar una buena retención de humedad para promover un ambiente favorable para la germinación.
- Es necesario que tenga una porosidad adecuada que permita un buen drenaje del agua y favorezca la aireación del suelo.
- No debe contener niveles excesivos de salinidad que puedan interferir con el crecimiento de las plantas.
- Debe estar libre de malezas, hongos, nematodos y otros organismos patógenos que puedan afectar negativamente la salud de las plantas.
- Debe ser capaz de conservar sus propiedades físicas y químicas, incluso después de ser esterilizado mediante vapor o tratamientos con productos químicos.

### ***10.6.2 Propagación por semillas***

Las semillas son el insumo esencial para la producción en viveros, por lo que es fundamental conocer los siguientes aspectos para cada especie:

#### **a) Cuándo y cuánto recolectar:**

Las semillas se recolectaron en espacios públicos, como parques y jardines de la ciudad de Ambato, con un total de 5 kg recolectados, junto con partes vegetativas como estacas y esquejes.

#### **b) De qué individuos y cómo recolectarlas:**

Las semillas fueron recolectadas de plantas con madurez adulta establecida, asegurando que provengan de individuos saludables y fuertes.

#### **c) Cómo extraer y limpiar las semillas:**

Después de la recolección, las semillas fueron lavadas en una solución clorada para eliminar cualquier presencia de hongos u otros patógenos que pudieran provocar pudrición.

Posteriormente, se secaron sobre papel periódico y se les aplicó el método de escarificación para facilitar su posterior siembra.

#### **d) Viabilidad o longevidad potencial:**

Para evaluar su viabilidad, las semillas se sumergieron en agua durante 12 horas antes de la siembra. Se eliminaron aquellas que flotaban, ya que se consideraron no viables debido a su probable muerte.

**e) Detección de periodos de latencia:**

El proceso de inmersión en agua antes de la siembra también permitió romper la latencia de las semillas, ayudándolas a absorber el agua necesaria para iniciar su germinación.

**f) Tratamientos previos a la siembra para romper la latencia:**

Antes de la siembra, las semillas fueron desinfectadas en una solución de hipoclorito de sodio al 2% para asegurar un entorno libre de contaminantes.

**g) Cuidados de las plántulas antes del trasplante:**

Una vez germinadas, las plántulas deben ser mantenidas en el vivero hasta que desarrollen al menos cuatro hojas verdaderas, momento en el cual estarán listas para ser trasplantadas de forma definitiva.

**h) Tiempo necesario para obtener tallas adecuadas:**

El tiempo requerido para que las plantas alcancen una altura adecuada para el trasplante es de aproximadamente 4 a 6 meses.

**i) Siembra:**

El semillero fue preparado, nivelado y humedecido antes de la siembra. Se realizó la siembra en gavetas previamente desinfectadas y llenas con sustrato. Cada gaveta contenía 240 semillas por repetición, alcanzando un total de 720 semillas para el experimento.

### ***10.6.3 Propagación por estacas y esquejes.***

Para establecer la propagación de las estacas, se consideraron los siguientes aspectos clave:

- Los brotes seleccionados deben provenir de tocones o de árboles podados a una altura superior a los 10 nudos y deben mostrar un crecimiento vertical.
- Se deben preferir los brotes que se desarrollen en condiciones de sombra, lo cual favorece su adaptación y crecimiento.
- Antes de realizar el corte de los brotes, es importante eliminar las hojas, la yema terminal y los brotes laterales que estén presentes, para concentrar el desarrollo en la raíz.
- Una vez cortados, los brotes deben mantenerse húmedos utilizando aspersores manuales, y luego colocarse en una bolsa de plástico que contenga papel húmedo, una esponja u otro material absorbente que ayude a retener la humedad. La bolsa debe cerrarse adecuadamente para evitar la pérdida de agua y el estrés hídrico en los brotes.
- Las bolsas con los brotes se deben conservar en un lugar fresco y sombreado y deben trasladarse al área de enraizamiento del vivero lo más rápido posible para minimizar el tiempo de exposición fuera del ambiente controlado.
- Antes de la siembra, los brotes fueron sumergidos en una solución de enraizantes durante 5 minutos, con el fin de estimular la formación de raíces y, en consecuencia, el desarrollo de los brotes. Posteriormente, las estacas se plantaron en las fundas preparadas, con un total de 240 varetas asignadas a cada tratamiento.

## **11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **11.1 Caracterización de las condiciones edafoclimáticas de la parroquia Belisario Quevedo, enfocándose en los factores que influyen en la propagación de *Eugenia myrtifolia*.**

#### **a) Características del lugar**

La presente investigación se implementó en el vivero del GAD Provincial del cantón Latacunga, Parroquia Belisario Quevedo.

**Figura 1** Ubicación geográfica del área de estudio



**Nota:** La figura 1 permite identificar la ubicación geopolítica de la parroquia Belisario Quevedo.

#### b) Localización

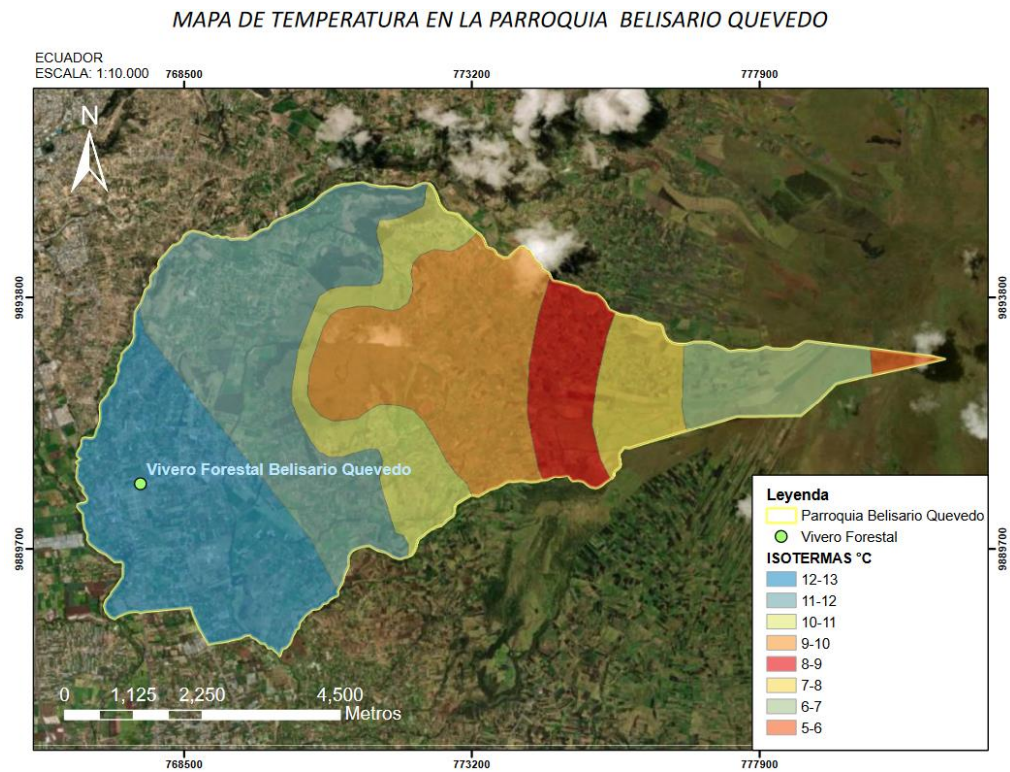
- Latitud 0°59'13"S
- Longitud 78°35'37"W
- Altura 2727 msnm

#### c) Características Climáticas

##### ➤ Temperatura

En la parroquia Belisario Quevedo los valores registrados en la temperatura media anual es de 13.3°C en la zona baja y de 7.7 °C en la zona alta. Mientras que la temperatura media mensual en las zonas bajas con valores de 12.4 a 13.8°C y en la zona alta valores de 6 a 12°C. Las temperaturas extremas en las zonas bajas presentaron valores máximos de 27.5°C y mínimos de 6°C y en las zonas altas la máxima de 18°C y mínimo de 7.5 °C, según el PDyOT parroquia Belisario Quevedo año 2015 – 2019 (Figura 2). Los promedios registrados para el año 2024 fue 16.6°C

**Figura 2** Mapa de temperatura existente en la parroquia Belisario Quevedo.



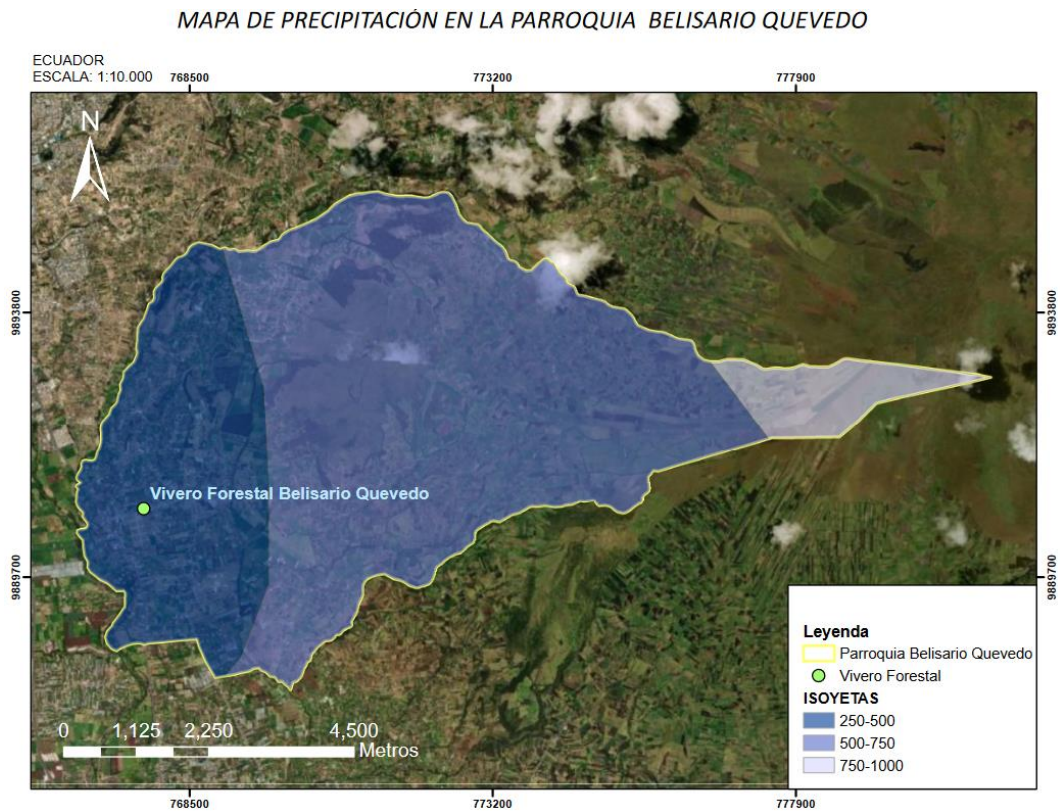
**Nota:** La figura 2 permite evidenciar las temperaturas existentes en la parroquia Belisario Quevedo.

### ➤ Precipitación

En la (Figura 3) se presenta la precipitación media existente en la parroquia en la zona baja se registra valores entre 450 0 700 mm., la máxima (lluvia), estas se presentan en los meses de febrero a mayo, octubre y noviembre y la mínima (seco), que se presenta en los meses de junio septiembre.

Mientras que en las zonas alta la precipitación se registra valores máximos de 700 a 1500 mm. Estas se registran en los meses de febrero a abril y la mínima (secos) se registran en los meses de junio a septiembre y las máximas de julio a septiembre.

**Figura 3** Mapa de precipitación en la parroquia Belisario Quevedo.



**Nota:** La figura 3 permite evidenciar los valores registrados desde la mínima que va desde 250 – 500 mm., de 500 – 750 mm., y de 750 – 1000 mm., respectivamente.

### ➤ **Clima**

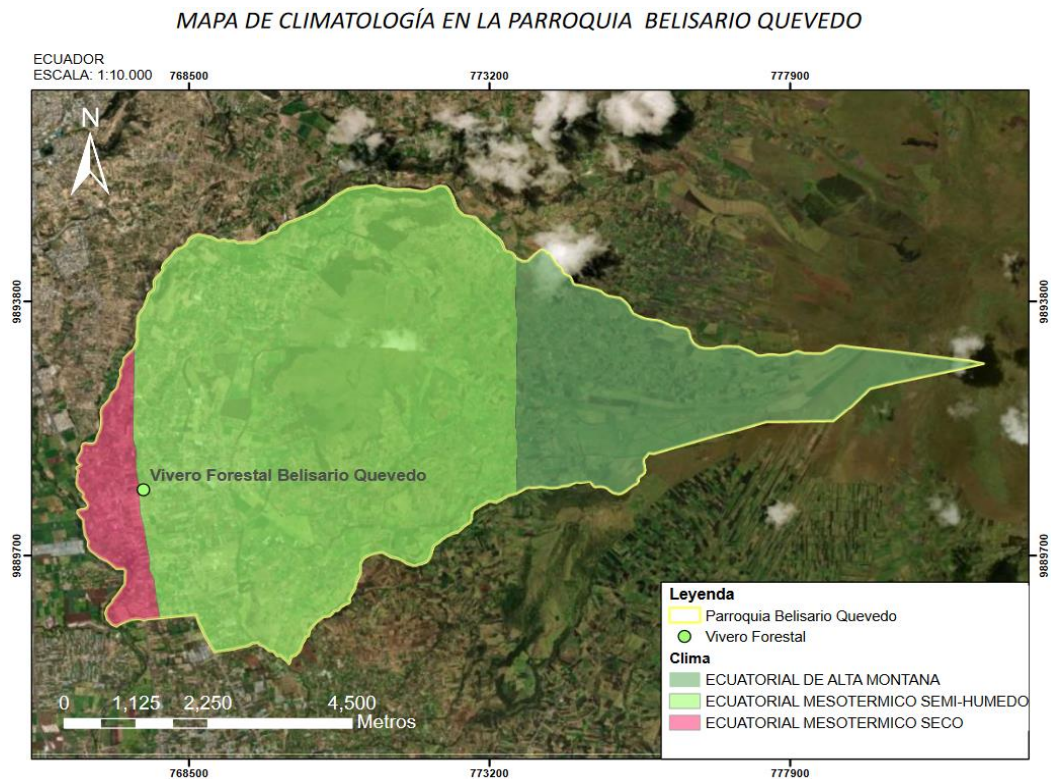
En Latacunga, los veranos son cortos, cómodos y nublados y los inviernos son cortos, fríos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía entre los 5°C a 18°C, existiendo ciertas épocas en las que la temperatura descienden bajo los 5 °C o sube a más de 18°C.

La parroquia Belisario Quevedo los parámetros climáticos como la temperatura, la precipitación media y la velocidad del viento varían de acuerdo a su altitud. Pudiendo destacar que en la zona baja los descensos bruscos de temperatura que ocasionalmente se registran dan origen a las heladas que provocan problemas a los sistemas productivos de la localidad (Figura 4).

En la zona alta se ha registrado la presencia de heladas en los meses de abril, julio, agosto, noviembre y diciembre estas se registran de manera espontánea.

La velocidad promedio anual del viento registra valores de 4.6 m/s. Máxima: 6.5 m/s en octubre y la mínima valores de 3.6 m/s en el mes de Julio en las zonas bajas. Mientras que en las zonas altas se registra valores máximos en los meses de julio a septiembre.

**Figura 4** Mapa de climatología en la parroquia Belisario Quevedo



**Nota:** La figura 4 permite determinar el clima presente en la parroquia Belisario Quevedo, que va desde el ecuatorial de alta montaña, ecuatorial mesotérmico semi-húmedo, y ecuatorial mesotérmico seco.

### ➤ Vegetación

La vegetación predominante es de pajonal y pequeños arbustos de altura, vegetación natural, bosques nativos, páramos y matorrales.

No existen remanentes de bosques naturales, por lo que los pobladores manifiestan su interés y preocupación por la necesidad de conservar las escasas áreas donde existen pajonales, así como por recuperar las plantas nativas andinas.

## ➤ Suelos

La característica de los suelos son de orden incépsitol y entisol con particularidades físico-químicas equivalentes en cada rango altitudinal, edafológicamente, son aptos para el establecimiento de diferentes actividades de carácter agrícola, ganadero.

### 11.2 Evaluación de las tasas de germinación de *Eugenia myrtifolia* utilizando tres técnicas de propagación: por semillas, esquejes y estacas, en condiciones controladas del vivero forestal

**Tabla 5** Estadística descriptiva para la evaluación de tres métodos (semillas, esquejes y estacas) para la propagación de *Eugenia myrtifolia*.

|                         | Propagación | 30 días | M 30 días | 60 días | M 60 días | N brotes_30 días | N brotes_60 días | L_brotes_30 días (cm) | L_brotes_60 días (cm) |
|-------------------------|-------------|---------|-----------|---------|-----------|------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
| Media                   | 2.00        | 23.3    | 56.7      | 56.9    | 8.00      | 3.00             | 5.67             | 0.950                 | 1.15                  |
| Error est. Media        | 0.577       | 16.0    | 16.0      | 11.9    | -         | 1.15             | 1.45             | 0.0500                | 0.176                 |
| Mediana                 | 2.00        | 16      | 64        | 65.3    | 8.00      | 3                | 6                | 0.950                 | 1.00                  |
| Desviación estándar     | 1.00        | 27.7    | 27.7      | 20.7    | -         | 2.00             | 2.52             | 0.0707                | 0.304                 |
| Varianza                | 1.00        | 769     | 769       | 428     | -         | 4.00             | 6.33             | 0.00500               | 0.0925                |
| Mínimo                  | 1.00        | 0       | 26        | 33.3    | 8.00      | 1                | 3                | 0.900                 | 0.950                 |
| Máximo                  | 3.00        | 54      | 80        | 72.0    | 8.00      | 5                | 8                | 1.00                  | 1.50                  |
| Asimetría               | 0.00        | 1.11    | -1.11     | -1.53   | -         | 0.00             | -0.586           | -                     | 1.68                  |
| Error est. Asimetría    | 1.22        | 1.22    | 1.22      | 1.22    | 0.00      | 1.22             | 1.22             | -                     | 1.22                  |
| W de Shapiro-W          | 1.00        | 0.948   | 0.948     | 0.875   | -         | 1.00             | 0.987            | -                     | 0.818                 |
| Valor p de Shapiro-Wilk | 1.000       | 0.559   | 0.559     | 0.311   | -         | 1.000            | 0.780            | -                     | 0.157                 |

**Nota:** La tabla muestra los valores principales establecidos por la estadística descriptiva en la evaluación de los métodos de propagación a los 30 y 60 días.

Los resultados obtenidos en la tabla 5 muestran que existe una asimetría estadística significativa en la longitud de los brotes de *Eugenia myrtifolia*, con un valor de 1.11 a los 30 días y un incremento en la asimetría hasta 1.22 cm a los 60 días. Esta diferencia refleja la variabilidad en el crecimiento de los brotes según el método de propagación empleado, lo que sugiere que las condiciones ambientales y la técnica utilizada afectan de manera distinta el desarrollo vegetativo de la planta. Según García (2016), la propagación asexual tiende a mostrar un crecimiento más consistente pero más lento en comparación con la propagación sexual, lo que podría explicar las diferencias observadas a lo largo del tiempo.

El análisis estadístico basado en el test de **Shapiro-Wilk** refuerza esta conclusión, ya que los valores de **p** obtenidos indican que las distribuciones no son normales, lo que sugiere que los

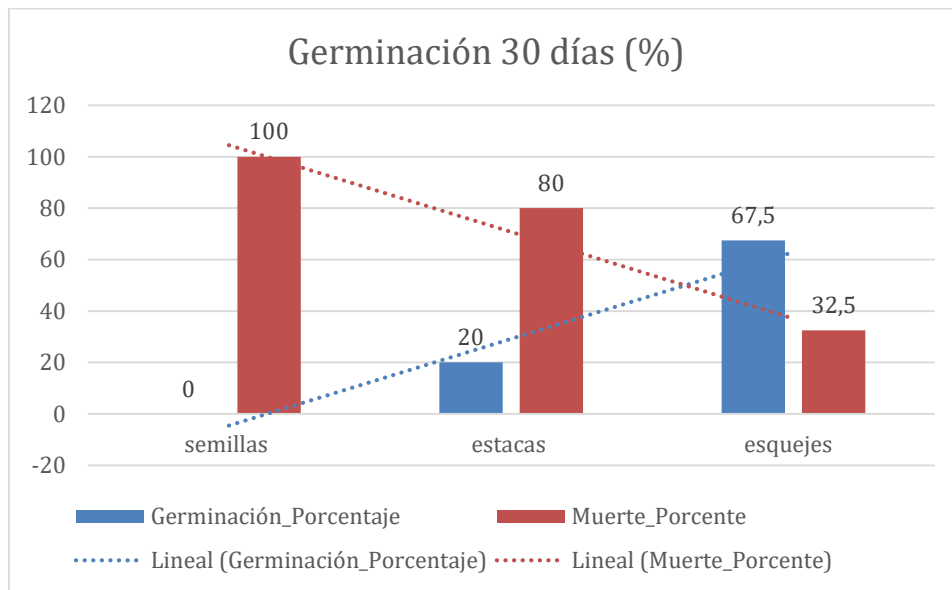
métodos de propagación utilizados producen resultados diferentes en términos de germinación y crecimiento. Este hallazgo está en línea con investigaciones previas que señalan que la propagación por semillas tiende a ser más eficiente en términos de velocidad de germinación en especies como *Eugenia myrtifolia* (Varela & Arana, 2011). Por otro lado, la propagación asexual, aunque efectiva, suele requerir más tiempo para alcanzar niveles comparables de desarrollo (Fernández, 2021).

Un aspecto relevante que se destaca en este análisis es la diferencia temporal entre los métodos de propagación sexual y asexual. Mientras que el método sexual, a través de semillas, alcanza un desarrollo significativo a los 60 días, los métodos asexuales (esquejes y estacas) muestran una progresión más lenta, lo cual concuerda con la literatura existente sobre la propagación de plantas leñosas, donde se ha observado que los métodos vegetativos tardan más tiempo en establecer un sistema radicular robusto (Rosano, 2012).

Sin embargo, es importante señalar que, aunque el método sexual parece ser más rápido en términos de tiempo de germinación, el método asexual ofrece otras ventajas, como una mayor uniformidad genética y la posibilidad de preservar características específicas de la planta madre (García, 2016). Por lo tanto, la elección del método de propagación debe depender no solo de la velocidad de crecimiento, sino también de las metas de producción a largo plazo y las necesidades del productor.

Esta investigación confirma que ambos métodos de propagación son viables para *Eugenia myrtifolia*, pero presentan diferencias clave en términos de tiempo y efectividad. Los resultados sugieren que, para quienes buscan una rápida germinación y crecimiento, la propagación por semillas es la opción más eficaz. Sin embargo, para aquellos interesados en la uniformidad y el control de características específicas de la planta, los métodos asexuales podrían ser preferibles, aunque requieren más tiempo para alcanzar el mismo nivel de desarrollo.

**Figura 5** Germinación a los 30 días de *Eugenia myrtifolia*.



La **figura 5** revela datos significativos sobre la germinación de *Eugenia myrtifolia* a los 30 días de iniciado el ensayo, utilizando tres métodos de propagación: por semillas, estacas y esquejes. Los resultados indican que no se observó germinación alguna en el caso de la propagación por semillas (0%), mientras que el método de estacas alcanzó un 20% de germinación, y el método de esquejes mostró un notable éxito con un 67.5% de germinación.

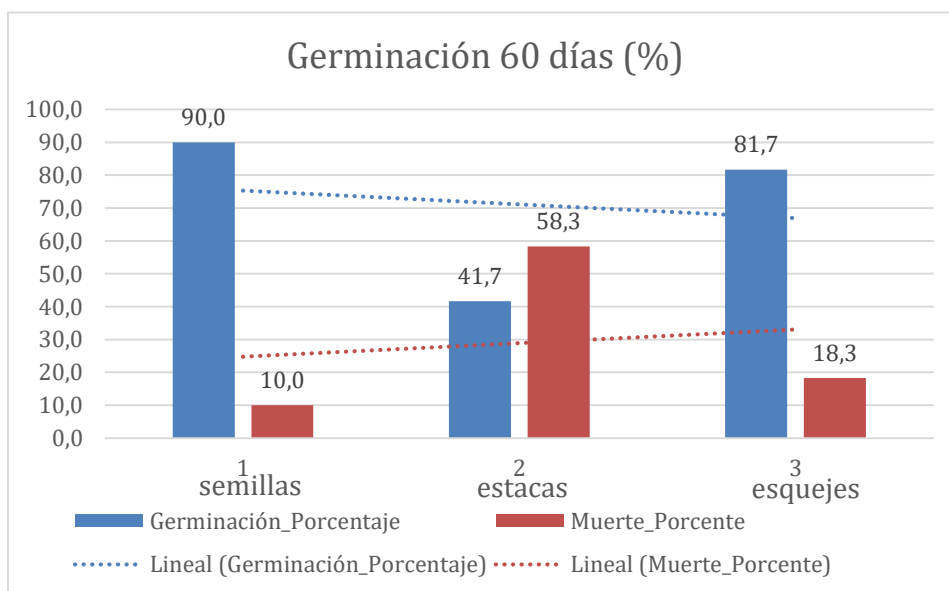
Estos resultados subrayan las diferencias marcadas en la efectividad de los métodos de propagación en las primeras etapas de desarrollo. La ausencia de germinación en las semillas puede estar relacionada con factores como la latencia natural de las mismas, lo cual es común en muchas especies arbóreas, donde el proceso de germinación puede retrasarse hasta que las condiciones ambientales sean óptimas (Varela & Arana, 2011). Este fenómeno puede estar vinculado a las temperaturas bajas o fluctuantes que podrían haber inhibido la activación metabólica necesaria para la germinación de las semillas en este periodo inicial (García, 2016).

Por otro lado, los esquejes mostraron la mayor tasa de éxito, con una germinación del 67.5% a los 30 días. Esto podría explicarse por la capacidad de los esquejes para enraizar más rápidamente bajo condiciones adecuadas de humedad y temperatura, ya que no dependen de la germinación de una semilla, sino de la activación directa de los tejidos vegetativos (Fernández, 2021). El éxito de los esquejes podría estar favorecido por el manejo adecuado de los factores climáticos en el vivero, especialmente la humedad relativa y las temperaturas moderadas, que son clave para la propagación asexual.

El 20% de germinación alcanzado por las estacas, aunque inferior al de los esquejes, muestra que este método también puede ser eficaz, aunque a un ritmo más lento. Las estacas suelen requerir más tiempo para desarrollar un sistema radicular adecuado, y su éxito depende en gran medida de las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, que favorecen o dificultan el proceso de enraizamiento (Rosano, 2012).

Por tanto, los datos obtenidos de la figura 5 confirman que la propagación de *Eugenia myrtifolia* está fuertemente influenciada por las condiciones climáticas, como la temperatura y la humedad. Estas variables juegan un papel crucial en el proceso de propagación, impactando de manera directa en la velocidad y el éxito de la germinación. Las condiciones controladas del vivero parecen haber favorecido significativamente la propagación por esquejes, mientras que las semillas probablemente necesitarían un ajuste en las condiciones o un periodo más largo para mostrar una germinación considerable.

**Figura 6** Determinación la tasa de germinación en las semillas, estacas y esquejes de la especie *Eugenia myrtifolia*.



Los resultados presentados en la figura 6 muestran que, tras 60 días de iniciado el ensayo, los tres métodos de propagación de *Eugenia myrtifolia* lograron tasas de germinación considerables. El método por semillas se destacó con un promedio de germinación del 90%, seguido por el método de estacas con un 81.7%, y finalmente, el método por esquejes con un 41.7%. Estos resultados evidencian una variabilidad significativa en la eficacia de los métodos a lo largo del tiempo, y permiten hacer importantes conclusiones sobre la viabilidad de cada técnica.

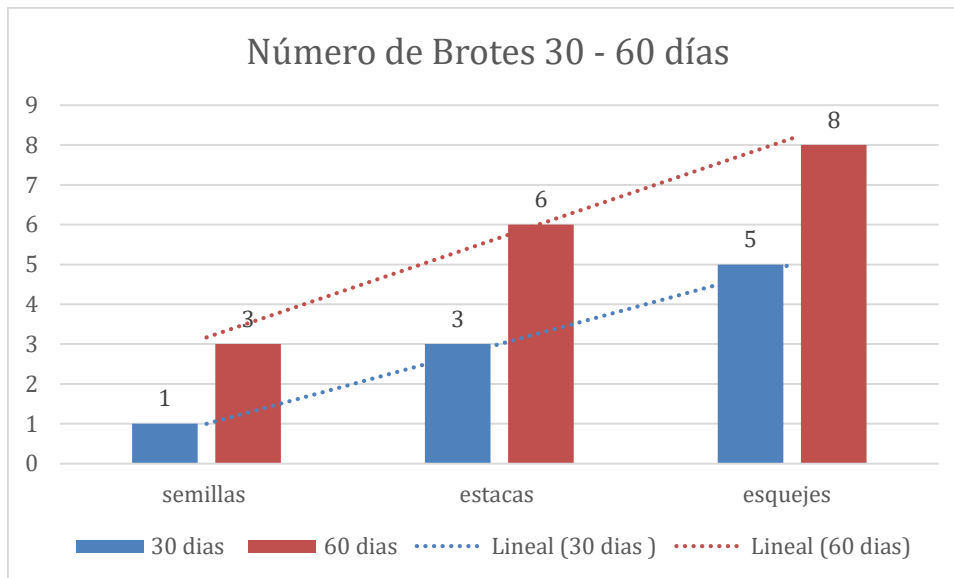
El hecho de que el método de propagación por semillas haya alcanzado el 90% de germinación al cabo de 60 días reafirma la eficacia de este método bajo condiciones adecuadas de sustrato, humedad y temperatura. Estos datos coinciden con estudios previos que indican que *Eugenia myrtifolia* tiende a mostrar una alta tasa de germinación después de un periodo de latencia que puede prolongarse hasta dos meses, dependiendo de factores como la calidad del sustrato, la profundidad de siembra y la disponibilidad de agua (García, 2016; Fernández, 2021).

El segundo lugar, ocupado por la propagación por estacas, con un 81.7% de éxito, muestra que este método también es altamente efectivo. La propagación por estacas es un método común en especies leñosas, ya que permite aprovechar la capacidad de regeneración de los brotes vegetativos, especialmente bajo condiciones controladas que favorecen el enraizamiento (Varela & Arana, 2011). Este resultado sugiere que, aunque la germinación inicial es más lenta en comparación con el método por semillas, las estacas tienen un alto potencial de enraizamiento cuando se manejan adecuadamente las condiciones de humedad y temperatura.

Por otro lado, el método por esquejes mostró una tasa de germinación del 41.7%, lo que, aunque menor en comparación con los otros dos métodos, sigue siendo un resultado significativo. Esta diferencia puede estar relacionada con las características particulares de los esquejes, como su mayor dependencia de la disponibilidad de agua y su vulnerabilidad a factores ambientales adversos. Los esquejes requieren un cuidado más riguroso en cuanto al manejo de la humedad del sustrato y la exposición a la luz, lo que puede explicar la menor tasa de éxito (Rosano, 2012).

Los datos obtenidos en la figura 6 confirman que *Eugenia myrtifolia* presenta un tiempo promedio de 60 días para su germinación, independientemente del método de propagación utilizado. Estos resultados corroboran lo mencionado en la literatura, que establece que el proceso de germinación en esta especie depende de una combinación de factores, incluyendo el tipo de sustrato, el clima, la profundidad de siembra y la disponibilidad de agua (Fernández, 2021). La diferencia en las tasas de germinación entre los métodos subraya la importancia de seleccionar la técnica más adecuada según las condiciones específicas del vivero y los objetivos del productor.

## a) Número de brotes

**Figura 7** Número de brotes de los 30 a 60 días de la especie *Eugenia myrtifolia*

Al evaluar la **figura 7**, que muestra los resultados para la variable número de brotes en un periodo de 30 a 60 días, se puede observar que el método de propagación por esquejes fue el más exitoso, con un promedio de 8 brotes por muestra analizada. En segundo lugar, el método por estacas presentó un promedio de 6 brotes por muestra, mientras que el método por semillas mostró un rendimiento menor, con apenas 3 brotes por muestra a los 60 días de la investigación.

Estos resultados evidencian que, aunque la germinación por semillas fue exitosa en términos de cantidad de plantas germinadas (como se observó en la figura 6), el método de propagación por esquejes produce un mayor número de brotes en las etapas iniciales de crecimiento. Esto sugiere que la propagación asexual mediante esquejes no solo permite un enraizamiento más rápido en las primeras semanas, sino que también fomenta un desarrollo vegetativo más vigoroso, lo que es crucial para la producción eficiente en viveros forestales.

La propagación por estacas también presentó resultados satisfactorios, con 6 brotes en promedio por muestra, lo que reafirma su viabilidad como método para la propagación de *Eugenia myrtifolia*. La diferencia entre esquejes y estacas puede atribuirse a las características intrínsecas de cada técnica, siendo los esquejes más propensos a un crecimiento rápido debido a la selección de tejidos jóvenes y vigorosos (García, 2016).

En contraste, el método por semillas, aunque inicialmente prometedor en términos de germinación, resultó menos eficiente en cuanto al número de brotes, con un promedio de solo

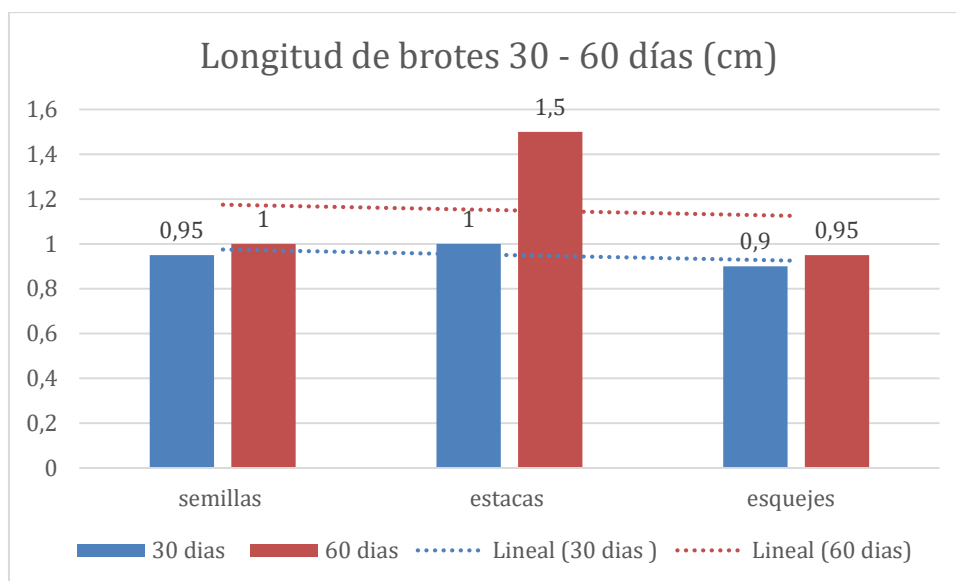
3 brotes por muestra a los 60 días. Este hallazgo coincide con lo manifestado por Rosano (2012), quien indica que las semillas de *Eugenia myrtifolia* tienden a germinar a un ritmo más lento y requieren condiciones específicas, como una ligera sombra y un sustrato adecuado, para desarrollar brotes de manera óptima. Además, se señala que, aunque la propagación por semilla es el método más comúnmente utilizado debido a la facilidad de almacenamiento y manejo de las semillas, el crecimiento inicial puede ser lento.

Los resultados presentados en la figura 7 subrayan la importancia de seleccionar el método de propagación adecuado según las necesidades del productor y el entorno de cultivo. El hecho de que los esquejes presenten un mayor número de brotes sugiere que este método podría ser más adecuado para quienes buscan maximizar la producción de brotes en un corto periodo de tiempo. Esto es particularmente relevante en sistemas de viveros donde el objetivo es generar plantas listas para la siembra en el menor tiempo posible.

Por otro lado, la propagación por estacas también demuestra ser un método viable, aunque algo menos eficiente en comparación con los esquejes. Esta técnica podría ser preferible en situaciones donde se busca reproducir características específicas de la planta madre, como la resistencia a enfermedades o la adaptación a ciertas condiciones climáticas (Fernández, 2021).

#### b) Longitud de brotes de los 30 – 60 días

**Figura 8** Longitud de brotes de los 30 a 60 días de la especie *Eugenia myrtifolia*

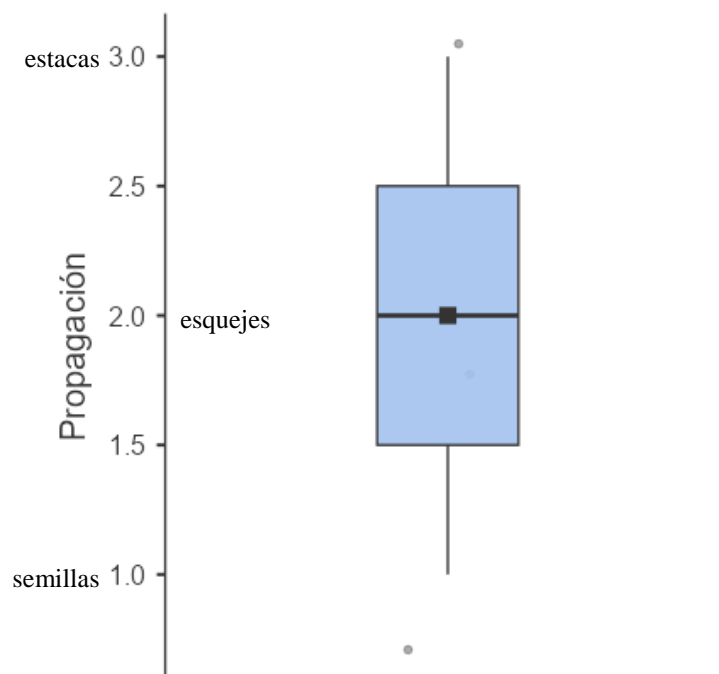


Al analizar la figura 9 para la variable longitud de los brotes de los 30 a los 60 días se puede determinar que las estacas presentaron una longitud de 1.5 cm., ocupando el primer lugar, las

semillas presentaron una longitud de 1,0 cm., ocupando el segundo lugar y el tercer lugar con 0.95 cm., las estacas a los 60 respectivamente. Estos datos permiten establecer que el crecimiento botánico de la especie está en función del tipo de sustrato con el que se está propagando brindándole mejores características para su trasplante al sitio definitivo, corroborando lo manifestado por (Rosano, 2012) quien establece que las plantas estarán listas para ser plantadas cuando alcancen los 25-30 cm de alto, cuando las plantas hayan acumulado las reservas nutricionales para su posterior desarrollo. Al principio presentan crecimiento lento y requieren un poco de sombra.

### 11.3 Determinar el método de propagación más eficiente para la propagación de *Eugenia myrtifolia* en términos de velocidad de germinación, número de brotes y longitud de los mismos, optimizando los procesos de producción en el vivero

**Figura 9** Método de propagación a los 30 y 60 días de la especie *Eugenia myrtifolia*



La figura 9 presenta los resultados del ensayo sobre la propagación de *Eugenia myrtifolia* utilizando tres métodos distintos: semillas, esquejes y estacas, evaluados en dos periodos de tiempo, a los 30 y 60 días.

A los 30 días, el análisis revela que el método de propagación más exitoso fue el uso de esquejes, con un total de 162 brotes de las 240 partes vegetativas utilizadas, lo que representa

una tasa de éxito del 67.5%. Este resultado demuestra la eficacia de los esquejes en las primeras etapas de propagación, posiblemente debido a su capacidad para desarrollar rápidamente brotes bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y sustrato (Fernández, 2021). En cambio, el método de propagación por semillas no presentó ninguna germinación en este mismo periodo, lo cual sugiere que las semillas de *Eugenia myrtifolia* requieren más tiempo para romper la latencia y comenzar el proceso de germinación, lo que es consistente con estudios previos sobre la latencia en semillas de especies leñosas (Rosano, 2012).

A los 60 días, se observa un cambio significativo en los resultados. De las 240 semillas sembradas, 216 germinaron, alcanzando una tasa de germinación del 90%. Este resultado destaca la alta eficacia del método por semillas a largo plazo, siempre y cuando se mantengan las condiciones adecuadas de sustrato y clima. La germinación por semillas, aunque lenta en sus fases iniciales, se demuestra como un método muy efectivo una vez que se alcanza el tiempo necesario para que las semillas rompan la latencia y las condiciones climáticas sean óptimas para el crecimiento.

En el mismo periodo de 60 días, el método por esquejes continuó mostrando buenos resultados, con 196 esquejes que germinaron, alcanzando un 81.7% de éxito. Aunque la tasa de germinación por esquejes fue ligeramente menor que la obtenida por las semillas, este método sigue siendo altamente eficiente para la propagación de *Eugenia myrtifolia*, especialmente en las primeras etapas del ciclo de vida de la planta.

El método por estacas, aunque viable, no resultó ser tan efectivo como los esquejes o las semillas. A los 60 días, mostró una tasa de germinación inferior, lo que podría estar relacionado con las características estructurales de las estacas, que requieren más tiempo y condiciones más controladas para desarrollar un sistema radicular robusto (García, 2016).

Estos resultados evidencian que, dependiendo del periodo de tiempo y las condiciones ambientales, los esquejes son el mejor método de propagación en las primeras etapas (a los 30 días). Este método permite una rápida aparición de brotes, lo que es crucial en proyectos que requieren una producción rápida de plantas. Sin embargo, a medida que se prolonga el periodo de observación (a los 60 días), el método por semillas se destaca como el más efectivo, con una tasa de germinación del 90%. Este hallazgo concuerda con lo señalado por Rosano (2012), quien indica que las semillas de *Eugenia myrtifolia* tienen un potencial de germinación elevado,

pero requieren un manejo adecuado del sustrato y las condiciones climáticas para alcanzar su máximo rendimiento.

## **12. IMPACTOS (TÉCNICOS, AMBIENTALES Y SOCIALES)**

### **12.1 Impactos Técnicos**

Al evaluar los métodos de propagación de la especie arbustiva *Eugenia myrtifolia* se puede manifestar que dichos métodos y enfoques, se establece que este tipo de investigación es muy beneficiosa ya que permite propagar cantidades suficientes para su utilización en diferentes programas de forestación y reforestación ambiental, con miras a la protección y cuidado del planeta. Mientras que la optimización de métodos de propagación permitirá conducir a la identificación y optimización de técnicas más eficientes para la propagación de la especie, mejorando la tasa de éxito y reduciendo el tiempo necesario para su propagación. Por otro lado, la innovación en Tecnología Agrícola permitirá desarrollar nuevas metodologías o mejorar las existentes para fomentar la innovación en la tecnología agrícola, incorporando avances en biotecnología y manejo de cultivos, que permita la transferencia de Conocimiento que puede ser compartido y aplicado en otras especies vegetales, mejorando la práctica agrícola y ambiental.

### **12.2 Impactos Ambientales**

El impacto ambiental de la propagación de *Eugenia myrtifolia* mediante diferentes métodos de reproducción tiene implicaciones significativas para la restauración ecológica y la conservación de la biodiversidad. Al promover la propagación eficiente de esta especie nativa, se contribuye a la regeneración de ecosistemas degradados y a la mejora de la calidad del suelo, especialmente en áreas afectadas por la deforestación y la erosión.

La reforestación con *Eugenia myrtifolia* no solo ayuda a recuperar la cobertura vegetal, sino que también favorece la biodiversidad al proporcionar hábitat para diversas especies de fauna y flora local. Además, la presencia de esta especie en zonas forestales puede mejorar la captura de carbono y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que contribuye de manera positiva a la mitigación del cambio climático.

El uso de métodos de propagación eficientes, como los esquejes y las semillas, también tiene un impacto ambiental positivo al reducir la necesidad de explotación intensiva de recursos naturales para obtener nuevas plantas. Al fomentar la reproducción de plantas a partir de

material vegetativo, se minimiza la presión sobre los ecosistemas naturales y se facilita la creación de viveros forestales sostenibles.

En términos de manejo del suelo y agua, la propagación controlada en viveros permite optimizar el uso de estos recursos, evitando el agotamiento o la contaminación de los mismos. Además, el uso de sustratos y enraizantes adecuados favorece la salud del suelo y contribuye a la sostenibilidad a largo plazo de los proyectos de reforestación.

### **12.3 Impactos Social**

La propagación de *Eugenia myrtifolia* tiene un impacto social significativo, especialmente en comunidades rurales y regiones que dependen de la agricultura y los recursos naturales para su sustento. Al fomentar la reforestación y la conservación de especies nativas, se crean oportunidades económicas y sociales para las comunidades locales, ya que la producción sostenible de plantas puede integrarse en sistemas agroforestales que mejoran la calidad de vida y promueven la seguridad alimentaria.

Uno de los principales impactos sociales es la generación de empleo en viveros forestales y en proyectos de reforestación, lo que puede reducir la migración de las zonas rurales hacia las ciudades y fortalecer las economías locales. La creación de puestos de trabajo relacionados con la propagación de *Eugenia myrtifolia* incluye la recolección de semillas, el manejo de viveros, el trasplante y el mantenimiento de áreas reforestadas. Esto fomenta la participación activa de las comunidades en proyectos de conservación, lo que a su vez promueve una mayor conciencia ambiental y un sentido de responsabilidad hacia la protección de los ecosistemas locales.

Además, el uso de esta especie puede tener beneficios directos para la salud y el bienestar de las comunidades. Por ejemplo, *Eugenia myrtifolia* puede ser valorada no solo por su importancia ecológica, sino también por sus usos tradicionales en la medicina local y como fuente de alimentos o productos derivados. La comercialización de productos derivados de plantas nativas puede proporcionar una fuente de ingresos sostenible y diversificada para los agricultores y productores rurales.

## 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 13.1 CONCLUSIONES

Se determinó que el método de propagación por semillas de *Eugenia myrtifolia* alcanzó una tasa de germinación del 90% a los 60 días bajo condiciones controladas. Este resultado demuestra la alta viabilidad de las semillas cuando se utilizan métodos adecuados de desinfección y escarificación, y se mantienen las condiciones óptimas de humedad y temperatura.

El método de propagación por esquejes resultó ser el más eficiente en las primeras etapas del experimento, con un 67.5% de brotes formados a los 30 días. Esto evidencia que los esquejes tienen la capacidad de generar brotes rápidamente en un periodo corto, lo que los hace ideales para proyectos que requieren resultados inmediatos en la producción de plantas.

Al comparar los tres métodos de propagación (semillas, esquejes y estacas), se concluyó que, a largo plazo, las semillas ofrecen una mayor tasa de éxito en términos de germinación. Sin embargo, los esquejes y estacas son opciones viables para acelerar la producción de brotes, siendo los esquejes particularmente efectivos en la etapa temprana del crecimiento.

## 13.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar la propagación por semillas cuando el objetivo es la producción a largo plazo, debido a su alta tasa de germinación del 90% a los 60 días. Sin embargo, si se requiere una producción rápida de brotes en las primeras etapas, la propagación por esquejes es ideal, ya que mostró un éxito del 67.5% a los 30 días.

Para maximizar el éxito de la germinación y el desarrollo de las plantas, es crucial mantener un control riguroso de las condiciones ambientales, especialmente la humedad y la temperatura. Se recomienda realizar riegos controlados y evitar el encharcamiento, así como mantener un ambiente propicio en los viveros para acelerar la germinación y reducir los riesgos de pudrición y enfermedades.

Se aconseja aplicar tratamientos previos, como la escarificación y la desinfección de semillas con hipoclorito de sodio, para mejorar la viabilidad de las semillas y garantizar una germinación exitosa. Estos tratamientos son especialmente efectivos para romper la latencia y prevenir enfermedades que podrían afectar negativamente el rendimiento de las semillas.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. (2014). Utilización de aguas regeneradas para el riego de dos especies de la familia de las mirtáceas (*Myrtus communis* L. y *Eugenia myrtifolia* L.): respuesta morfológica, fisiológica y bioquímica a distintos niveles de salinidad. *Dialnet*.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?info=link&codigo=109392&orden=0>
- Agrawal, P.K., & Dadlani, M. (2007). *Techniques in Seed Science and Technology*. CRC Press.
- Almeida, A. L., Costa, A. S., & Silva, R. M. (2014). Mejoramiento genético de *Eugenia uniflora* para características agronómicas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(3), 456-467.
- Altman, A., & Hasegawa, P.M. (2012). *Plant Biotechnology and Agriculture: Prospects for the 21st Century*. Academic Press.
- Angiosperm Phylogeny Group. (2019). *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(2), 105-121.
- Bechtel, A., & Van Staden, J. (2009). *Propagation of Ornamental Plants*. CRC Press.
- Beyl, C.A., & Trigiano, R.N. (2008). *Plant Propagation Concepts and Laboratory Exercises*. CRC Press.
- Beyl, C.A., & Trigiano, R.N. (2008). *Plant Propagation Concepts and Laboratory Exercises*. CRC Press.
- Bhojwani, S.S., & Razdan, M.K. (2011). *Plant Tissue Culture: Theory and Practice*. Elsevier.
- Bidwell, R. (2008). *Fisiología Vegetal*. Mexico D.F.: Oceano.
- Bonga, J.M., & Von Aderkas, P. (2007). *In Vitro Culture of Trees*. Springer.
- Brown, T.A. (2005). *Gene Cloning and DNA Analysis: An Introduction*. Wiley-Blackwell.
- Buchanan, B.B., Grissem, W., & Jones, R.L. (2015). *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*. Wiley Blackwell.
- Cain M.D., Shelton M.G. (2001). «Twenty years of natural loblolly and shortleaf pine seed production on the Crossett Experimental Forest in southeastern Arkansas». *Southern Journal of Applied Forestry* 25 (1): 40-45.
- Chawla, H.S. (2009). *Introduction to Plant Biotechnology*. CRC Press.

- Cruz, J. A., Ferreira, M. S., & Santos, D. A. (2011). Caracterización de variedades de *Eugenia uniflora* en el sur de Brasil. *Journal of Tropical Agriculture*, 43(2), 125-133.
- Davies, F.T., Geneve, R.L., & Wilson, S.B. (2018). *Hartmann and Kester's Plant Propagation: Principles and Practices*. Pearson.
- Dirr, M.A., & Heuser, C.W. (2009). *The Reference Manual of Woody Plant Propagation: From Seed to Tissue Culture*. Timber Press.
- Dirr, M.A., & Heuser, C.W. (2009). *The Reference Manual of Woody Plant Propagation: From Seed to Tissue Culture*. Timber Press.
- Dole, J.M., & Wilkins, H.F. (2005). *Floriculture: Principles and Species*. Pearson.
- Ecuador, M. d. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito.
- Evers, R.E., & Reeleder, R.D. (2005). *Propagation of Tropical Trees and Shrubs from Seed*. CABI.
- Fernández, E. (2020). Frutos y semillas de *Eugenia*: Características y usos. *Agricultura y Medio Ambiente*, 14(3), 23-37.
- Fernández, P. (2021). Propagación asexual y su eficacia en la restauración ecológica. *Botánica y Conservación*, 25(1), 78-89.
- Fernández, A. (2021). Tipos de reproducción vegetativa: Comunicación y social media Euroinnova internacional Online.
- Fernández, P. (2021). Propagación asexual y su eficacia en la restauración ecológica. *Botánica y Conservación*, 25(1), 78-89.
- García, M. (2016). Estrategias de propagación en la región andina: Adaptación y sostenibilidad. *Agroecología de los Andes*, 14(1), 22-34.
- García, H. M., et al. (2016). Rendimiento y calidad de frutos en *Eugenia* spp.. *Horticultura y Tecnología*, 33(4), 121-134.
- García, L. (2016). Estructura radicular y adaptación en especies de *Eugenia*. *Revista de Botánica Tropical*, 22(3), 45-59.
- Garner, R.J. (2013). *The Grafter's Handbook*. Chelsea Green Publishing.

- Geifus, F. 1994. Guía de Especies (Vol. 2). En: El Árbol al Servicio del Agricultor. Manual de Agroforestería para el Desarrollo Rural. Ed.; Enda-Caribe, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- García, M. (2016). Estrategias de propagación en la región andina: Adaptación y sostenibilidad. *Agroecología de los Andes*, 14(1), 22-34.
- George, E.F., Hall, M.A., & De Klerk, G.J. (2008). *Plant Propagation by Tissue Culture*. Springer.
- George, E.F., Hall, M.A., & De Klerk, G.J. (2008). *Plant Propagation by Tissue Culture*. Springer.
- González, A., Rodríguez, M., & López, J. (2018). *Métodos de Propagación de Plantas en Condiciones Adversas*. Editorial Agrícola.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., & Geneve, R.L. (2010). *Plant Propagation: Principles and Practices*. Prentice Hall.
- Hernández, P. (2020). Estrategias Efectivas para la Germinación de Semillas en la Región Andina. *Revista de Agricultura Andina*, 12(3), 45-57.
- Hernández, R. (2021). Etapas fenológicas del cultivo de *Eugenia*. *Manual de Cultivos Tropicales*, 10(2), 88-102.
- Howard, B.H. (2008). *Propagation of Garden Plants*. Royal Horticultural Society.
- Impactos Económicos
- Innovación en Tecnología Agrícola
- Jackson, M.B., & Ford-Lloyd, B.V. (2007). *Seed Physiology: Applications to Agriculture*. Springer.
- José Ramón Acosta-Motos, José Antonio Hernández, Álvarez, S., Barba-Espín, G., & María Jesús Sánchez-Blanco. (2017). The long-term resistance mechanisms, critical irrigation threshold and relief capacity shown by *Eugenia myrtifolia* plants in response to saline reclaimed water. *Plant Physiology and Biochemistry*, 111, 244–256.  
<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.12.003>
- Krug, H., & Polster, H. (2005). *Seed Production and Cultivation of Seedlings*. Elsevier.
- Lasso, D. (2010). *Plantas Nativas para reforestar el Ecuador*. Quito: Libri- Mundi.

- Lima, J. M., Silva, C. G., & Pereira, M. A. (2015). Estudio de las variedades de *Eugenia dysenterica* en el cerrado brasileño. *Horticultura Brasileira*, 33(4), 467-475.
- López, C., & García, F. (2022). Adaptación de Técnicas de Cultivo a Condiciones Ambientales Específicas. *Journal of Agricultural Science*, 28(2), 78-90.
- Lopez, P. (2019). Flores e inflorescencias en Eugenias. *Flora y Fauna*, 27(1), 34-47.
- Martínez, A. (2015). Origen y distribución de las Eugenias. Editorial Tropical, Ciudad del Saber.
- Martínez, R. (2017). Desafíos en la Propagación de *Eugenia* en Regiones Andinas. *Revista de Botánica Tropical*, 15(1), 34-46.
- Mayo, K.E. (2005). *Vegetative Propagation of Horticultural Plants*. CABI.
- McMahon, M.J., Kofranek, A.M., & Rubatzky, V.E. (2010). *Plant Science: Growth, Development, and Utilization of Cultivated Plants*. Prentice Hall.
- Molina, A. F., et al. (2017). Guía para la cosecha y procesamiento de frutos de *Eugenia*. *Tropical Horticulture Journal*, 28(1), 56-67.
- Morton, J. 1987. Surinam Cherry. En: *Fruits of warm climates*. Julia F. Morton (Ed.). Miami, FL.
- Nakasone, H.Y., & Paull, R.E. (2008). *Tropical Fruits*. CABI.
- Norton, M.A., & Dunnett, N. (2010). *Propagation of Herbaceous Perennials*. Royal Horticultural Society.
- Pérez, S. (2020). Impacto de Técnicas de Propagación en la Productividad Agrícola. Editorial Agropecuaria.
- PDyOT, (2015 – 2019). Gobierno autónomo descentralizado parroquial de Belisario Quevedo.
- Preece, J.E., & Read, P.E. (2005). *The Biology of Horticulture: An Introductory Textbook*. John Wiley & Sons.
- Pita, J. (2014). *GERMINACION DE SEMILLAS*. Madrid: Mundi-Prensa
- Raffino, Equipo editorial, Etecé (23 de noviembre de 2022). *Reproducción de las plantas*. Enciclopedia Concepto. Recuperado el 22 de agosto de 2024 de <https://concepto.de/reproduccion-de-las-plantas/>.

- Ribeiro, G. A., Almeida, S. F., & Souza, V. C. (2016). Diversidad y características de variedades de *Eugenia* en América del Sur. *Journal of Tropical Horticulture*, 48(1), 34-45.
- Ríos, J. J., et al. (2015). Cultivo y manejo de *Eugenia* spp. en regiones tropicales. *Journal of Tropical Agriculture*, 45(2), 89-102.
- Rivas, J. (2021). Optimización de Métodos de Propagación para Plantas Tropicales. *Investigación Agrícola*, 22(4), 89-102.
- Robinson, T. (2018). Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de *Eugenia*s. *Guía Agroclimática*, 6(5), 50-63.
- Rodríguez, A. (2018). Desarrollo Sostenible en la Agricultura Andina. *EcoAgri Journal*, 10(2), 110-123.
- Rodríguez, J. (2017). Morfología del tallo en *Eugenia*s: Diversidad y adaptaciones. *Botánica Ecológica*, 15(2), 112-124.
- Rosano, G. (2012). El impacto de la deforestación y la pérdida de biodiversidad en Ecuador. *Conservación y Restauración*, 8(3), 60-70.
- Rosano, L. 2012. Recetario de frutos nativos del Uruguay. Ministerio de Educación y Cultura. Uruguay.
- Rosano, G. (2012). El impacto de la deforestación y la pérdida de biodiversidad en Ecuador. *Conservación y Restauración*, 8(3), 60-70.
- Santos, C. M., Araújo, R. S., & Rocha, P. M. (2017). Variabilidad en las características de *Eugenia involucrata* en los bosques tropicales. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(7), 801-812.
- Silva, R. A., Pereira, C. E., & Costa, L. F. (2018). Adaptabilidad y rendimiento de *Eugenia stipitata* en condiciones de suelos pobres. *Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, 51(1), 67-78.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology*. Sinauer Associates. Transferencia de Conocimiento
- Trigiano, R.N., & Gray, D.J. (2005). *Plant Tissue Culture Concepts and Laboratory Exercises*. CRC Press.
- Tobon, C. (2007). *Manual de identificación de especies forestales en Bosques Naturales*. Chile:

La Serena.

- Vargas, E. (2019). Contribuciones Científicas a la Propagación Vegetal. *Boletín de Investigación Botánica*, 20(3), 56-67.
- Vargas, M. (2018). Caracterización de las hojas en el género *Eugenia*. *Estudios de Agricultura Tropical*, 18(4), 78-89.
- Varela, C., & Arana, L. (2011). Métodos de germinación de especies arbustivas en condiciones controladas. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 19(2), 90-102.
- Varela, S., & Arana, V. (2011). Germinación de Semillas. Argentina: INTA.
- Vásquez, L., Morales, D., & Gómez, R. (2021). Evaluación de Estrategias de Propagación de Plantas: Un Enfoque Integral. *Journal of Agricultural Research*, 30(1), 15-28.
- Yeoman, M.M. (2008). *Plant Cell Culture Technology*. Springer.

