

Propagación por semilla de especies ornamentales nativas para la restauración ecológica urbana
en Málaga, Santander

Jhon Freddy Delgado Rojas

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Forestal

Director

Diego Suescún Carvajal

MSc Bosques y Conservación Ambiental

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED

Programa de Ingeniería Forestal

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

Con gratitud y humildad, dedico este logro a Dios, primeramente, quien ha sido mi roca y refugio en momentos de duda y desafío. Su amor y guía me han permitido alcanzar esta meta.

A mis padres, Pedro Julio Delgado Bautista y Dora Inés Rojas Calderón, gracias por creer en mí y por empujarme a alcanzar mis sueños, por su amor incondicional y apoyo constante en mi formación académica y personal.

A mis hermanos, Elkin, Cesar y Rocio por su alegría y energía, que me han inspirado a seguir adelante, les agradezco por ser mis compañeros de vida.

A toda mi familia de quienes que he recibido la fortaleza y el amor y han estado presente durante el resultado de mis esfuerzos. Gracias por estar siempre a mi lado y por ser mi mayor fuente de inspiración.

Jhon Freddy Delgado Rojas

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme terminar este proceso académico y darme la fortaleza y la sabiduría para superar cada obstáculo.

A mis padres, pilares fundamentales de mi vida, gracias por su amor desinteresado y su apoyo incondicional. Su sabiduría y experiencia me han guiado en momentos de incertidumbre y me han enseñado a perseverar.

Quiero agradecer a mi director de tesis, Diego Suescún Carvajal, por su guía y orientación constante durante el proceso de investigación. Su conocimiento en el campo de la ingeniería forestal ha sido fundamental para el éxito de este proyecto.

Agradezco especialmente a la Universidad Industrial de Santander por proporcionarme los recursos y el apoyo necesario para realizar este proyecto.

Asimismo, quiero agradecer a la Alcaldía de Málaga por permitirme hacer la pasantía en el vivero municipal ya que fue fundamental en la recolección de datos y en la realización de las actividades de campo. Su apoyo ha sido fundamental para la recopilación de la información necesaria para este proyecto.

Finalmente, quiero agradecer a mi familia y amigos por su apoyo y paciencia durante todo el proceso de investigación. Su amor y comprensión han sido fundamentales para mi bienestar y motivación.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Objetivos.....	16
1.1 Objetivo General.....	16
1.2 Objetivos Específicos.....	16
2 Marco Referencial.....	17
2.1 Marco Teórico.....	17
2.1.1 Ecologización urbana.....	17
2.1.2 Restauración ecológica urbana	18
2.1.3 Viveros.....	19
2.1.4 Tipos de viveros.....	21
2.1.5 Germinación y propagación de semillas nativas.....	21
2.1.6 Latencia de las semillas	22
2.2 Marco legal	23
2.3 Marco Conceptual.....	24
3. Metodología	25
3.1 Zona de estudio.....	25
3.2 Selección de las especies ornamentales nativas.....	26
3.2.1 Criterios de selección.....	26
3.2.1.1. Adaptación climática y edáfica.....	26
3.2.1.2. Provisión de servicios ecosistémicos.....	27
3.2.1.3. Valor estético.....	27

3.2.1.4. Listado preliminar de las especies.	27
3.3 Crecimiento y desarrollo de las plantas ornamentales nativas germinadas y propagadas en diferentes tipos de sustratos.	27
3.3.1 Tratamientos a evaluar.....	28
3.3.2 Variables respuesta	28
3.3.2.1. Porcentaje de germinación.....	28
3.3.2.2. Variables de crecimiento y desarrollo.....	29
3.3.3 Condiciones de manejo.....	29
3.4 Análisis del impacto ecológico y estético de las plantas ornamentales en la calidad de vida de los habitantes del municipio.....	29
3.4.1 Impacto en la comunidad.....	29
3.4.2 Selección población encuestada.....	30
3.4.2.1. Proximidad a las zonas verdes restauradas	30
3.4.2.2. La diversidad sociodemográfica.	30
3.4.2.3. Uso de zonas verdes.....	31
3.4.2.4. Aplicación de encuestas.....	31
3.4.2.5. Análisis estadísticos.....	31
(a _i) son los coeficientes que dependen de la distribución normal y del tamaño de la muestra. .	32
4. Resultados.....	32
4.1 Germinación.....	32
4.1.1 Prueba de normalidad	32
4.1.2 Anova.....	33
4.1.3 Prueba de Dunn para la germinación.....	34

4.2 Respuesta de crecimiento.....	35
4.2.1 Normalidad	35
4.2.2 Anova.....	35
4.2.3 Prueba de Dunn para la altura.....	36
4.3 Respuesta de número de hojas	38
4.3.1 Normalidad	38
4.3.2 Anova.....	38
4.3.3 Prueba de Dunn para el número de hojas.....	39
4.4 Encuesta	40
4.4.1 Edad	40
4.4.2 Género.....	41
4.4.3 Nivel educativo	42
4.4.4 Ocupación	42
4.4.5 Importancia	43
4.4.6 Suficiencia de zonas verdes	44
4.4.7 Percepción estado actual de las zonas verdes	44
4.4.8 Beneficios reforestación urbana.....	45
4.4.9 Disposición a participar	46
4.4.10 Actividades deseadas	46
4.4.11 Acciones prioritarias	47
5. Discusión.....	48
6. Conclusiones	49
7. Recomendaciones	51

Referencias Bibliográficas 52

Apéndices..... 57

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Fracción porcentual de materiales empleados para conformar sustratos</i>	28
Tabla 2 <i>Prueba de Dunn para la germinación</i>	35
Tabla 3 <i>Prueba de Dunn para la altura</i>	37
Tabla 4 <i>Prueba de Dunn para el número de hojas</i>	39

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Localización del vivero municipal de Málaga</i>	26
Figura 2 <i>Diagrama de cajas y bigotes para la germinación</i>	34
Figura 3 <i>Diagrama de cajas y bigotes para la altura</i>	36
Figura 4 <i>Diagrama de cajas y bigotes para el número de hojas</i>	39
Figura 5 <i>Edad</i>	41
Figura 6 <i>Género</i>	41
Figura 7 <i>Nivel educativo</i>	42
Figura 8 <i>Ocupación</i>	43
Figura 9 <i>Importancia de la reforestación urbana en Málaga</i>	43
Figura 10 <i>Suficientes zonas verdes</i>	44
Figura 11 <i>Percepción del estado actual de las zonas verdes</i>	45
Figura 12 <i>Beneficios de la reforestación urbana</i>	45
Figura 13 <i>Disposición a participar</i>	46
Figura 14 <i>Actividades deseadas</i>	47
Figura 15 <i>Acciones prioritarias</i>	47

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A <i>Vivero municipal</i>	57
Apéndice B <i>Estado del vivero al comenzar la práctica</i>	58
Apéndice C <i>Limpieza del vivero</i>	59
Apéndice D <i>Estado actual del vivero</i>	60
Apéndice E <i>Bodega del vivero</i>	61
Apéndice F <i>Semillas certificadas</i>	62
Apéndice G <i>Proceso de propagación</i>	63

Glosario

Ecologización urbana: proceso de restaurar y preservar los ecosistemas urbanos para mejorar la calidad de vida de los habitantes y mitigar los impactos ambientales negativos.

Eras: son estructuras a nivel del suelo dentro del vivero en donde se sembrarán semillas o plántulas para posterior trasplante a la zona de crecimiento.

Especies ornamentales nativas: plantas autóctonas de una región que se cultivan por su valor estético y capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos en entornos urbanos.

Propagación por semilla: proceso mediante el cual se producen nuevas plantas a partir de semillas. Este proceso implica la germinación de la semilla, el crecimiento de la plántula y el desarrollo de una nueva planta madura.

Sustrato: es cualquier material sólido, natural o sintético, que se utiliza como soporte para el crecimiento de las plantas, permitiendo el anclaje y desarrollo de sus raíces, proporcionando un entorno adecuado para su crecimiento y desarrollo.

Vivero: establecimiento donde se cultivan, germinan y maduran diferentes tipos de plantas bajo condiciones controladas. Estos espacios se enfocan en asegurar que las plantas desarrollen un crecimiento saludable, adaptado a los requerimientos específicos de cada especie, esenciales para garantizar la calidad y la supervivencia de diferentes variedades de plantas antes de ser trasladadas a su destino final.

Resumen

Título: Propagación por semilla de especies ornamentales nativas para la restauración ecológica urbana en Málaga, Santander.*

Autor: Jhon Freddy Delgado Rojas**

Palabras Clave: Vivero, sustrato, desarrollo de plántula, impacto ecológico, reforestación urbana, condiciones ambientales.

Descripción:

La expansión de áreas urbanas ha generado presión sobre el entorno ecológico, provocando la degradación de ecosistemas y la pérdida de biodiversidad. Ante este escenario, este estudio tiene como propósito evaluar la propagación por semilla de especies ornamentales nativas para la restauración ecológica urbana en Málaga, Santander. Para ello, se seleccionaron especies ornamentales nativas según criterios como adaptación climática y edáfica, provisión de servicios ecosistémicos y valor estético. La investigación se centró en el vivero municipal de Málaga, donde se buscó evaluar el crecimiento y número de hojas de tres especies forestales en tres tratamientos “sustratos”. Las tres mezclas se conformaron a partir de materiales que se encontraban en el vivero T1 (tierra y compostaje), T2 (tierra y arena) T3 (tierra), evaluadas en un diseño de bloques al azar donde fueron trasplantados individuos de *Tecoma stans*, *Lafoencia acuminata* y *Alnus acuminata* medidos cada ocho días por cuatro meses, datos sometidos a pruebas de ANOVA, Kruskal-Wallis. Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el software de RStudio versión 4.3.2. Los resultados esperados incluyen la identificación de las especies ornamentales nativas adecuadas *Tecoma stans*, *Lafoencia acuminata* y *Alnus acuminata* para la restauración ecológica urbana, y la evaluación de su impacto en la calidad de vida de los habitantes.

* Trabajo de Grado

** Instituto de proyección regional a distancia IPRED. Programa Ingeniería Forestal. Director: Diego Suescún Carvajal MSc Bosques y Conservación Ambiental.

Abstract

Title: Seed propagation of native ornamental species for urban ecological restoration in Málaga, Santander.*

Author: Jhon Freddy Delgado Rojas**

Keywords: Nursery, substrate, seedling development, ecological impact, urban reforestation, environmental conditions.

Description:

The expansion of urban areas has generated pressure on the ecological environment, causing the degradation of ecosystems and the loss of biodiversity. Given this scenario, this study aims to evaluate the seed propagation of native ornamental species for urban ecological restoration in Malaga, Santander. To this end, native ornamental species were selected according to criteria such as climatic and edaphic adaptation, provision of ecosystem services and aesthetic value. The research focused on the municipal nursery of Malaga, where it was sought to evaluate the growth and number of leaves of three forest species in three "substrate" treatments. The three mixtures were formed from materials found in the nursery T1 (soil and composting), T2 (soil and sand) T3 (soil), evaluated in a randomized block design where individuals of *Tecoma stans*, *Lafoencia acuminata* and *Alnus acuminata* were transplanted measured every eight days for four months, data subjected to ANOVA tests, Kruskal-Wallis. All statistical analyses were performed using RStudio software version 4.3.2. The expected results include the identification of suitable native ornamental species *Tecoma stans*, *Lafoencia acuminata* and *Alnus acuminata* for urban ecological restoration, and the evaluation of their impact on the quality of life of the inhabitants.

* Degree Project

**Institute of Regional Distance Projection IPRED. Forestry Engineering Program. Director: Diego Suescún Carvajal MSc Forests and Environmental Conservation.

Introducción

La expansión de las áreas urbanas de rápido crecimiento ha generado una presión sobre el entorno ecológico, lo que ha desencadenado una serie de impactos negativos que provocan la fragmentación de hábitats, en la sostenibilidad de los ecosistemas urbanos (Pan et al., 2024). Según Bera et al. (2023) la urbanización y la degradación ambiental están estrechamente vinculadas, y su relación tiene consecuencias significativas, como el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación del aire y el agua, la disminución de áreas verdes, la pérdida de biodiversidad y la alteración que propicia al cambio climático.

La carencia de estos servicios ecosistémicos como regulación del clima, la purificación del aire, espacios recreativos y biodiversidad agrava diferentes problemáticas ambientales y reduce la capacidad de los entornos urbanos para adaptarse al cambio climático, afectando la conservación del medio ambiente y el bienestar del ser humano (Kisvarga et al., 2023). Por esto los viveros desempeñan un papel crucial en la restauración ecológica urbana ya que mejora la calidad de las plantas cultivadas, mejoran las posibilidades de supervivencia y crecimiento una vez que se trasladan a su ubicación final (Ramos-Huapaya & Lombardi-Indacochea, 2020). Tal como lo dice Portillo Villalobos et al. (2024) cultivar plantas en viveros permite una adaptación más eficiente a las condiciones cambiantes del clima, facilitando el desarrollo de especies resistentes a enfermedades. Esto es crucial en el contexto del cambio climático, ya que los viveros pueden implementar estrategias para mitigar sus efectos y asegurar la salud de las plantas. Esto se debe a que se pueden proporcionar los cuidados necesarios y crear un ambiente adecuado para asegurar un desarrollo óptimo de las plantas.

Esta investigación es crucial para implementar prácticas que no solo restauren la vegetación urbana, sino también mejoren la sostenibilidad ambiental y la calidad de vida de los habitantes del Municipio de Málaga. Tiene como finalidad analizar los procesos de propagación por semilla de tres especies nativas: fresno (*Tecoma stans*), guayacán de Manizales (*Lafoensia acuminata*) y aliso (*Alnus acuminata*). Se busca saber el tipo de sustrato que favorece a las especies ornamentales para la restauración de las zonas verdes en el municipio de Málaga, Santander. Estos resultados no solo tendrán un impacto ambiental, sino también un beneficio de la comunidad con el embellecimiento del municipio generando espacios verdes confortables.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Evaluar la propagación por semilla de especies ornamentales nativas para la restauración ecológica urbana en Málaga Santander.

1.2 Objetivos Específicos

Determinar las especies ornamentales nativas adecuadas para la restauración ecológica de las zonas verdes en las condiciones ambientales del municipio de Málaga.

Determinar el sustrato más eficiente para la propagación por semilla de especies ornamentales nativas en el vivero municipal.

Analizar el impacto ecológico y estético de las plantas ornamentales en la calidad de vida de los habitantes del municipio.

2 Marco Referencial

2.1 Marco Teórico

2.1.1 *Ecologización urbana*

Según Anderson & Minor (2021) la ecologización urbana es una estrategia para restaurar elementos de la funcionalidad ecológica en el ecosistema urbano emergente, este enfoque se relaciona estrechamente con la ecología de restauración, cuyo objetivo es recuperar tierras degradadas y transformarlas en ecosistemas diversos y funcionales mediante su rehabilitación. Las plantas nativas juegan un papel clave en estos procesos, ya que ofrecen hábitats esenciales para numerosas especies de fauna y están adaptadas a las condiciones climáticas locales, por estas razones, su uso se está consolidando como un componente central en la ecologización urbana. Sin embargo, a pesar de las similitudes entre ambas disciplinas, el diálogo entre los esfuerzos de restauración y ecologización urbana sigue siendo limitado.

La ecologización urbana incrementa la abundancia y cobertura de la vegetación, ofreciendo beneficios tanto para la fauna silvestre local como para las personas. Iniciativas como la plantación de árboles en las calles o la instalación de techos verdes, aunque varían en alcance y costos, contribuyen de manera general a mejorar los servicios ecosistémicos, favoreciendo el abastecimiento, el soporte ambiental y aspectos culturales (Anderson & Minor, 2021)

El uso de especies nativas en el paisajismo urbano ofrece un campo de oportunidades para el desarrollo de investigaciones y estudios enfocados en su cultivo, domesticación y propagación. La incorporación de especies autóctonas ofrece múltiples beneficios, tales como contribuciones a su conservación, fomentar su difusión y dar a conocer una flora que sigue siendo desconocida para gran parte de la población, además, estas plantas autóctonas están adaptadas a las condiciones

locales de suelo y clima, lo que reduce la necesidad de utilizar pesticidas de manera intensiva, a diferencia de las especies exóticas (Corsino et al., 2024)

2.1.2 Restauración ecológica urbana

Para la Real Academia Española (RAE, 2022) “restaurar es entendido como: reparar, renovar o volver a poner algo en estado o estimación que antes tenía”. Investigaciones como Orlóci & Fekete (2023) destacan la implementación de la arquitectura paisajística en países como Hungría, en relación con las plantas ornamentales y jardinería urbana. Este enfoque se considera una herramienta eficaz para proteger el paisaje urbano y preservar el patrimonio cultural. De manera similar, la germinación y propagación de especies ornamentales nativas no solo mejora la estética de zonas urbanas, sino que también promueve la sostenibilidad ambiental y el bienestar de las comunidades.

The Nature Conservancy (2024) plantea que la restauración ecológica busca promover la recuperación de la vegetación destruida o degradada para restablecer la integridad y salud de los ecosistemas, uno de los desafíos primordiales es implementar este proceso a gran escala mediante enfoques que sean efectivos en cuanto a costos.

De acuerdo con la ONU (2022) menos del 1% de la superficie del planeta está ocupada por áreas urbanas, sin embargo, estas zonas albergan a más del 50% de la población mundial. Por esta razón, es fundamental que las áreas verdes sean consideradas en la planificación de las ciudades, ya que no solo contribuyen a mejorar la calidad de vida de sus habitantes, sino que también ofrecen importantes beneficios ecológicos. Estos incluyen la regulación del clima, la mejora de la calidad del agua y del aire, así como la conservación y protección de la biodiversidad.

La selección y disposición de especies vegetales en proyectos de ecologización urbana implica equilibrar varios factores, como la supervivencia de las plantas, su función ecológica, los

servicios que proporcionan (incluyendo beneficios culturales, estéticos y el hábitat para la fauna) así como los costos y posibles inconvenientes asociados. Berthon et al. (2021) destaca la importancia de considerar las diferentes características específicas de cada especie al ser seleccionada e implementada en las zonas urbanas ya que pueden influir en su atractivo y en la consecución de los objetivos de diseño de los espacios verdes, un ejemplo que los autores plantean en este estudio es el del uso de los plátanos de sombra (*Platanus x acerifolia*, Platanaceae) en Londres, que ofrecen una excelente cobertura y sombra cuando se utilizan como árboles urbanos. Sin embargo, también son criticados por la emisión de grandes cantidades de polen y fibras irritantes que pueden afectar negativamente la salud pública.

Por lo anterior, Hua et al. (2022) plantean que la restauración ecológica busca integrar prácticas tradicionales de manejo de recursos con el conocimiento científico, para establecer sistemas productivos, diversos y sostenibles. Esto incluye la propagación masiva de especies nativas, que ofrece múltiples beneficios, entre ellos, rescatar especies en peligro de extinción mediante la preservación de las semillas, proporcionar plántulas para la restauración y fomentar plantaciones mixtas junto a sistemas agroforestales con potencial económico. Por su parte, las especies nativas presentan ventajas clave para la restauración, ya que están adaptadas a su entorno, ocupan nichos ecológicos específicos y son más resistentes a enfermedades que las exóticas. Además, su uso permite un acceso más económico y eficiente a semillas de calidad, facilitando la conservación de la flora nativa y el manejo adecuado de plantaciones a gran escala, gracias al conocimiento existente sobre sus enemigos naturales (Méndez-Toribio et al., 2021)

2.1.3 Viveros

Vidal et al. (2020) plantean que los viveros son esenciales para la reforestación, especialmente cuando se trata de especies nativas, y ejercen un papel clave en la conservación y

restauración de los ecosistemas, también hacen referencia a los impactos negativos que genera la creciente presión sobre los bosques naturales, impulsada por el aumento poblacional, la demanda agrícola y las políticas inadecuadas, lo que ha provocado una significativa pérdida de la cubierta forestal. Esto ha dado lugar a graves problemas ambientales como la pérdida de biodiversidad, la reducción en la captación del agua, alteraciones climáticas y la degradación de suelos, haciéndolo improductivo y difícil de recuperar.

En este contexto, los viveros se convierten en una herramienta estratégica para mitigar estos impactos. Moreno-Casasola (2022) sugiere que estos espacios de propagación controlada de especies nativas favorecen la restauración ecológica mediante la producción de plántulas, además, los viveros locales contribuyen a la sostenibilidad económica, ya que generan empleo y pueden fomentar la participación comunitaria. Al involucrar a las poblaciones locales y las autoridades, en este proceso se promueve un enfoque corresponsable que asegura el éxito a largo plazo de proyectos de restauración (Di Sacco et al., 2021)

Para Negreros et al. (2010) un viverista busca cultivar plántulas de calidad, lo que implica lograr un equilibrio adecuado entre sus componentes tallo, raíces y hojas para maximizar las posibilidades de supervivencia y asegurar un buen crecimiento inicial tras el trasplante al campo. Para esto, dispone de diversas herramientas y técnicas, incluyendo la optimización de los sustratos.

Un aspecto importante en la producción de material vegetal es la elección de los componentes que se utilizarán para crear los sustratos de crecimiento. Según Cabrera (1999) un sustrato adecuado es fundamental para cultivar plantas de excelente calidad, y es crucial que el sustrato y sus ingredientes tengan propiedades físicas y químicas específicas. Estas características, junto con un plan de manejo integral, son necesarias para asegurar un crecimiento óptimo de las plantas.

Los viveros no solo son una fuente de material vegetal, sino también un punto focal para la educación ambiental y el desarrollo de capacidades locales, su valor radica en su capacidad para brindar especies nativas adaptadas a las condiciones locales, lo que aumenta las probabilidades de éxito en la reforestación y promueve la conservación de la flora nativa, siendo un pilar fundamental para recuperar el equilibrio ecológico en áreas forestales degradadas (Ortiz et al., 2023)

2.1.4 Tipos de viveros

Los viveros tienen tres objetivos principales: cubrir la demanda local de plantas, garantizar que estas sean de calidad adecuada y ofrecerlas a un costo razonable, además, los viveros pueden funcionar como laboratorios de investigación para la propagación de especies. Se clasifican en temporales que son diseñados para específicos a corto plazo y permanentes que operan de forma continua y a largo plazo. Según su método de producción pueden ser a raíz desnuda, es decir, plantas sin tierra en las raíces, o en contenedores, donde las plantas son cultivadas en recipientes. Además, los viveros se categorizan por el nivel de control ambiental allí se encuentran los viveros controlados, que ofrecen ambientes regulados para condiciones óptimas. Los viveros semi-controlados permiten un control parcial del ambiente, como los invernaderos de paredes móviles que ajustan la luz y la temperatura; son mínimamente controlados o rústicos, y son estructuras simples con poco control sobre las condiciones ambientales (Luna-Nieves et al., 2019).

2.1.5 Germinación y propagación de semillas nativas

La germinación es una fase importante del ciclo de vida de las plantas, porque establece el éxito en el establecimiento y expansión de las poblaciones, especialmente en especies anuales que compiten por recursos. Se ha observado que varias características de la germinación están relacionadas con el potencial invasivo de ciertas especies, no obstante, las estrategias de germinación que resultan exitosas pueden variar significativamente entre ecosistemas (Xu et al.,

2019). El proceso de germinación comienza cuando la plántula emerge del suelo y pasa por un estado de transición en el que depende de las sustancias de reserva hasta que se establece como un organismo autótrofo capaz de realizar la fotosíntesis de manera autónoma, la germinación varía según las especies, algunas diseminan semillas ya germinadas, mientras que otras poseen semillas con cubiertas duras que impiden la germinación por un tiempo.

La cantidad de agua que absorben las semillas es fundamental para activar el metabolismo y depende de factores como la permeabilidad de la semilla y las condiciones ambientales incluyendo la humedad y la temperatura (Doria, 2010). La importancia de la germinación radica en que sin ella no hay planta ni cosecha, y es un proceso crucial para asegurar un rendimiento agrícola, factores como el riego, las plagas y las condiciones climáticas pueden amenazar este proceso. La germinación permite el crecimiento temprano de las plantas y su adaptación al medio ambiente.

2.1.6 Latencia de las semillas

Doria (2010) en su estudio menciona que la latencia es el estado en el cual una semilla viable no germina a pesar de estar en condiciones óptimas de humedad, temperatura y oxígeno, esta propiedad adaptativa permite a las semillas sobrevivir en condiciones adversas y pueden clasificarse en latencia impuesta (debido a condiciones ambientales) y latencia innata (debido a características internas de las semillas). Las causas de la latencia incluyen la inmadurez del embrión, impermeabilidad de las cubiertas seminales, y la presencia de inhibidores de germinación, para superar la dormancia, existen varios métodos como la escarificación mecánica, el tratamiento con agua caliente y la exposición a la luz entre otros (Fernández-Bravo et al., 2006)

La latencia puede ser exógena, es decir (relacionada con las cubiertas seminales) o endógena (relacionada con características del embrión). La latencia combinada es común, donde

se presentan características de ambos tipos. Por lo anterior, es recomendable conocer y hacer estudios previos para definir las diferentes especies de semillas que se deben implementar en un estudio de germinación, para de esta manera poder definir adecuadamente el tipo de tratamiento que se le debe dar a estas.

2.2 Marco legal

Este trabajo se ejecutó teniendo en cuenta la resolución 0780006 de 2020. Donde según el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2020). “Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro de viveros y/o huertos básicos dedicados a la producción y comercialización de material vegetal de propagación para la siembra en el país.”

Artículo 4.- Registro de los viveros y/o huertos básicos productores y comercializadores de material vegetal de propagación y/o plantas vivas.

“Toda persona natural o jurídica que se dedique a la producción, comercialización o ambas actividades, de material vegetal de propagación y/o plantas vivas a través de viveros y/o huertos básicos, debe registrar el vivero productor y/o comercializador o el huerto básico ante la Gerencia Seccional del ICA de la jurisdicción donde se encuentre ubicado, mediante solicitud que cumpla con los requisitos establecidos” (ICA, 2020).

Parágrafo 1. “No serán objeto de Registro, aquellos viveros que produzcan cantidades totales de producción anual inferior a 365 plantas. Las especies a producir no deben ser objeto de plagas cuarentenarias y/o reglamentadas conforme a la Resolución ICA No. 3593 de 2015 y aquellas que la adicionen, modifiquen o sustituyan” (ICA, 2020).

Parágrafo 2. “El registro del vivero y/o del huerto básico, se podrá obtener para varias especies, para lo cual se deberá tener las áreas de germinación, producción y distribución

debidamente delimitadas e identificadas para cada una de las especies y cumplir con los requisitos fitosanitarios para las mismas” (ICA, 2020).

2.3 Marco Conceptual

Según el ICA (2010). Se adoptan las siguientes definiciones:

Área de crecimiento: espacio claramente delimitado donde se colocan las plántulas para su desarrollo y crecimiento, ubicado en lugares que aseguran un manejo adecuado y control sanitario

Área de descarte: lugar destinado a la eliminación de material vegetal de propagación que, según la evaluación del Asistente Técnico o del personal de la Subgerencia de Protección Vegetal, no es adecuado para la siembra.

Área de germinación: espacio específico utilizado para la germinación de semillas, situado en lugares que garantizan un manejo y control sanitario apropiados.

Área de propagación: incluye la zona donde se encuentran las plántulas en crecimiento, las plantas madre, los patrones destinados a injertos y las plantas que ya han sido injertadas.

Calidad fitosanitaria: particularidad del material vegetal destinado a propagación que facilita determinar su estado de salud y su idoneidad en relación con plagas y enfermedades.

Control fitosanitario: Acciones destinadas a la eliminación, contención o erradicación de poblaciones de plagas.

Plántulas o plantas en sustrato: Se refiere a cualquier plántula o planta cuyo sistema radicular está contenido en un sustrato de soporte y/o nutrición, independientemente del método de propagación utilizado, y que aún no ha sido establecida en el campo.

Propagación asexual: Método de reproducción que no implica la fusión de células y se lleva a cabo utilizando partes de la planta distintas a la semilla sexual.

Propagación sexual: Proceso que se realiza mediante una semilla sexual, resultado de la fusión de gametos masculinos y femeninos, que genera un cigoto. Este, al desarrollarse en las embriofitas, formará un embrión que dará lugar a una nueva planta.

Semilla: Óvulo fecundado y maduro o cualquier otra sección vegetativa de la planta que se utiliza o se pretende utilizar para la siembra y/o propagación.

Sustrato: Material sólido, ya sea de origen sintético, residual o natural, que puede ser mineral u orgánico. Este material, colocado en un contenedor de forma pura o en mezcla, permite el desarrollo de la plántula y su anclaje del sistema radicular. El sustrato puede o no contribuir a la nutrición de la planta y debe estar libre de malezas y problemas sanitarios.

Vivero: Conjunto de instalaciones que cumplen con los requisitos técnicos necesarios para producir material vegetal, multiplicarlo y/o comercializarlo destinado para la propagación y siembra en el país.

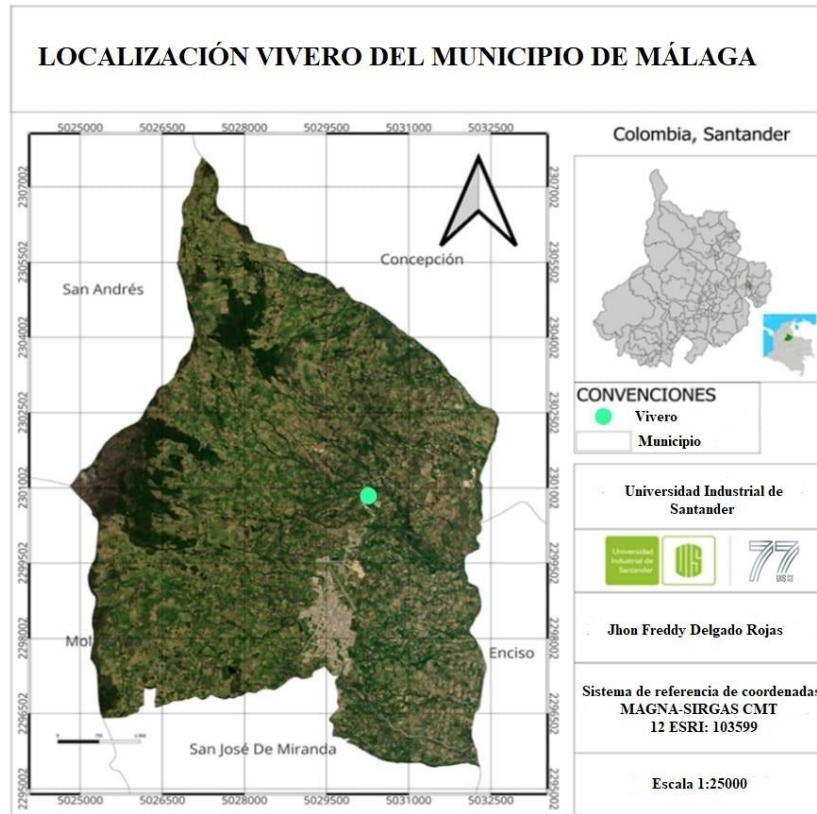
3. Metodología

3.1 Zona de estudio

El vivero municipal de Málaga, está situado en el lote La Laguna en la vereda Calichal al Suroriente del departamento de Santander, en las coordenadas 6°42'17,7"N y 72°43'20,5"W, siguiendo la troncal central del Norte. Geográficamente, se sitúa sobre la Cordillera Oriental de los Andes, con una temperatura promedio de 19°C. Desde el punto de vista geológico, se encuentra en el extremo sur del Macizo de Santander, al sur del Páramo del Almorzadero a una altitud de 2235 m s. n. m. Actualmente, Málaga cuenta con una extensión de 4,87 % correspondiente al sector urbano lo que equivale al 2,82 km² Figura 1.

Figura 1

Localización del vivero municipal de Málaga

**3.2 Selección de las especies ornamentales nativas**

Para la selección de las especies se contó con factores ecológicos como la adaptación al clima (temperatura), la capacidad de las especies para proporcionar servicios ecosistémicos, la resistencia a diferentes condiciones urbanas como la compactación del suelo, contaminación y la capacidad para mejorar la calidad de vida de los habitantes mediante su impacto funcional y estético.

3.2.1 Criterios de selección

3.2.1.1. Adaptación climática y edáfica. La valoración de las especies se realizó según la adaptación climática y edáfica, el fresno (*Tecoma stans*), guayacán de Manizales (*Lafloensia*

acuminata) y aliso (*Alnus acuminata*) son seleccionadas por su adaptabilidad de temperatura promedio de 19°C y tienen alta tolerancia a los niveles de contaminación, cambios en la temperatura y exposición directa con el sol y diferentes factores comunes de los entornos urbanos.

3.2.1.2. Provisión de servicios ecosistémicos. Estas especies tienen una provisión de servicios ecosistémicos en alto grado como la mejora de la calidad del aire, la regulación del agua y la creación de hábitats, además de su uso ornamental y en espacios públicos (Mora, 2023).

3.2.1.3. Valor estético. El *Tecoma stans* es conocido por sus vistosas flores amarillas que florecen durante gran parte del año, lo que la convierte en una opción popular para jardines y paisajes. Su forma arbustiva y su follaje verde brillante también contribuyen a su atractivo visual (Bakr et al., 2019). El *Lafoensia acuminata* es apreciado por su hermosa floración, que presenta flores de color púrpura o lavanda. Su tronco recto y su copa amplia lo hacen ideal para ser utilizado como árbol ornamental en parques y avenidas, proporcionando sombra y un atractivo visual significativo (Universidad EIA, 2025). El *Alnus acuminata* tiene un follaje denso y verde que se vuelve dorado en otoño, lo que añade un atractivo estacional. Su forma de árbol y su capacidad para crecer en áreas húmedas lo hacen adecuado para paisajes ribereños y jardines naturales, contribuyendo a la belleza del entorno (Cifuentes, 2022).

3.2.1.4. Listado preliminar de las especies. El listado de las especies fue elaborado a partir de la información y el material disponible en el vivero municipal.

3.3 Crecimiento y desarrollo de las plantas ornamentales nativas germinadas y propagadas en diferentes tipos de sustratos.

Se determinó el sustrato más eficiente en el crecimiento y desarrollo de las plantas ornamentales nativas, adaptando la metodología según (Castillo et al., 2021) de la evaluación de

tres tratamientos con diferentes tipos de sustrato. Cada tratamiento tuvo un total de diez repeticiones, en el que cada repetición estará compuesta por un grupo de doce plántulas, lo que dio un total de trescientas sesenta plántulas en todo el experimento.

3.3.1 *Tratamientos a evaluar*

Tabla 1

Fracción porcentual de materiales empleados para conformar sustratos

Material	T1	T2	T3
Tierra	50%	50%	100%
Compost	50%	0%	0%
Arena	0%	50%	0%

T1: Tierra y compost

T2: Tierra y arena

T3: Tierra (testigo)

3.3.2 *Variables respuesta*

Se seleccionaron las siguientes variables respuesta para determinar el sustrato más eficiente.

3.3.2.1. Porcentaje de germinación. El porcentaje de germinación es un indicativo que demuestra el desarrollo temprano de las plantas bajo diferentes condiciones. El número de semillas germinadas se registró diariamente hasta 30 días, al observar protuberancias visibles de la plúmula (Awasthi et al., 2016) Se tuvo en cuenta la tasa de germinación, por medio de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

3.3.2.2. Variables de crecimiento y desarrollo. Las variables definidas evaluadas para la incidencia de los sustratos en las especies forestales fueron: altura de la planta en cm, que donde se tomaron desde la base del tallo hasta la yema terminal, y número de hojas registrado como la cantidad de foliolos presentes durante el tiempo de medición del ensayo como indicador del desarrollo foliar. Estos registros se realizaron cada ocho días por cuatro meses y fueron definidas a criterio del estudio.

3.3.3 Condiciones de manejo

Las plántulas se regaron dos veces al día en la mañana y en la tarde, por método de aspersión, utilizando una cantidad uniforme de agua para evitar variaciones por el estrés hídrico.

3.4 Análisis del impacto ecológico y estético de las plantas ornamentales en la calidad de vida de los habitantes del municipio.

3.4.1 Impacto en la comunidad

Martín-Baró (2021) plantea que realizar encuestas es crucial ya que permite recopilar datos directos sobre la percepción y opinión de la comunidad, lo que ofrece una perspectiva social complementaria en este caso a los resultados ecológicos y estéticos. La evaluación del impacto de la restauración no puede limitarse a aspectos técnicos, pues la satisfacción y el bienestar de los residentes juegan un papel fundamental en el éxito a largo plazo de estos proyectos, por ello se llevó a cabo una encuesta estructurada dirigida a los habitantes que residen en las cercanías a las áreas verdes.

El cuestionario aborda temas clave como la opinión de los residentes sobre los cambios estéticos en su entorno, la calidad del aire, la temperatura y el bienestar que perciben tras el uso de estos espacios, cómo creen que estos cambios afectarán su calidad de vida, y si consideran que han

mejorado su satisfacción y relación con el entorno después de la intervención. Esta información nos permitió obtener una visión social y ambiental de restauración ecológica de la comunidad.

3.4.2 Selección población encuestada

Se seleccionó a las personas que participaran en la encuesta, como lo sugiere Madrid (2020) es fundamental utilizar ciertos criterios que aseguren una muestra representativa y relevante para el estudio, en este caso se plantearon lo siguientes criterios:

3.4.2.1. Proximidad a las zonas verdes restauradas. La proximidad a las zonas verdes restauradas fue uno de los criterios claves para seleccionar a los participantes de la encuesta, se priorizó a los residentes que vivan en las inmediaciones de los espacios intervenidos, ya que son quienes experimentan de manera más directa los cambios estéticos y ambientales en su entorno inmediato. Este enfoque permitió obtener opiniones y percepciones que están intrínsecamente vinculadas con las transformaciones generadas por la implementación de las especies ornamentales, proporcionando una evaluación más precisa del impacto de estas intervenciones en la comunidad local.

3.4.2.2. La diversidad sociodemográfica. La diversidad sociodemográfica fue otro criterio para la selección de los participantes, se procuró incluir una muestra representativa que refleje la variedad de la comunidad en términos de edad y género, nivel socioeconómico y ocupación, este enfoque permitió obtener una visión más completa y equilibrada sobre cómo diferentes grupos de la población percibieron el impacto de las intervenciones en zonas verdes, garantizando que las conclusiones de este estudio sean inclusivas y reflejan las experiencias y opinión de todos los sectores de sociedad.

3.4.2.3. Uso de zonas verdes. El uso y manejos de las zonas verdes es un criterio clave para la selección de los encuestados, pues se incluyen tanto a usuarios frecuentes de los parques y espacios verdes, como aquellos que los visitan de manera ocasional, de esta manera, se podrán obtener una visión más amplia sobre cómo las intervenciones han afectado los hábitos y el bienestar de distintos tipos de usuarios proporcionando información valiosa sobre la diversidad de interacciones con estos entornos.

3.4.2.4. Aplicación de encuestas. Se encuestaron ciento cincuenta y un residentes seleccionados garantizando una representación adecuada de diferentes sectores de la comunidad, el cuestionario se aplicó antes de realizar la implementación de las especies ornamentales en las zonas seleccionadas con el fin de evaluar la opinión inicial de los habitantes sobre la restauración y su expectativa sobre los cambios estéticos y ambientales.

3.4.2.5. Análisis estadísticos. Se evaluó la efectividad de los diferentes sustratos en la germinación y propagación de las especies nativas, realizando la prueba de Shapiro-Wilk método estadístico utilizado para determinar si una muestra de datos proviene de una distribución normal. Esta prueba es especialmente útil en análisis estadísticos donde se asume la normalidad de los datos. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$[W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}]$$

Donde: (W) es la estadística de la prueba.

(n) es el tamaño de la muestra.

($x_{(i)}$) son los valores ordenados de la muestra.

(\bar{x}) es la media de la muestra.

(a_i) son los coeficientes que dependen de la distribución normal y del tamaño de la muestra.

La prueba de Kruskal-Wallis es un método no paramétrico utilizado para determinar si hay diferencias significativas entre tres o más grupos independientes. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$[H = \frac{12}{N(N + 1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N + 1)]$$

Donde: (H) es la estadística de la prueba de Kruskal-Wallis.

(N) es el número total de observaciones en todos los grupos.

(k) es el número de grupos.

(R_i) es la suma de los rangos para el grupo (i).

(n_i) es el número de observaciones en el grupo (i).

Luego se realizó la prueba de Dunn donde se identificaron diferencias específicas entre pares de grupos. La prueba de Dunn se utiliza como un análisis después de la prueba de Kruskal-Wallis. Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el software de RStudio versión 4.3.2. (RStudio Team, 2023).

4. Resultados

4.1 Germinación

4.1.1 Prueba de normalidad

El resultado de la prueba incluye un valor de estadística W y un valor p. El valor p es 0,02872 menor que el nivel de significancia ($p < 0,05$), demostrando que los datos no pueden considerarse como normalmente distribuidos.

$$W = 0,96871 \text{ p-value} = 0,02872$$

4.1.2 Anova

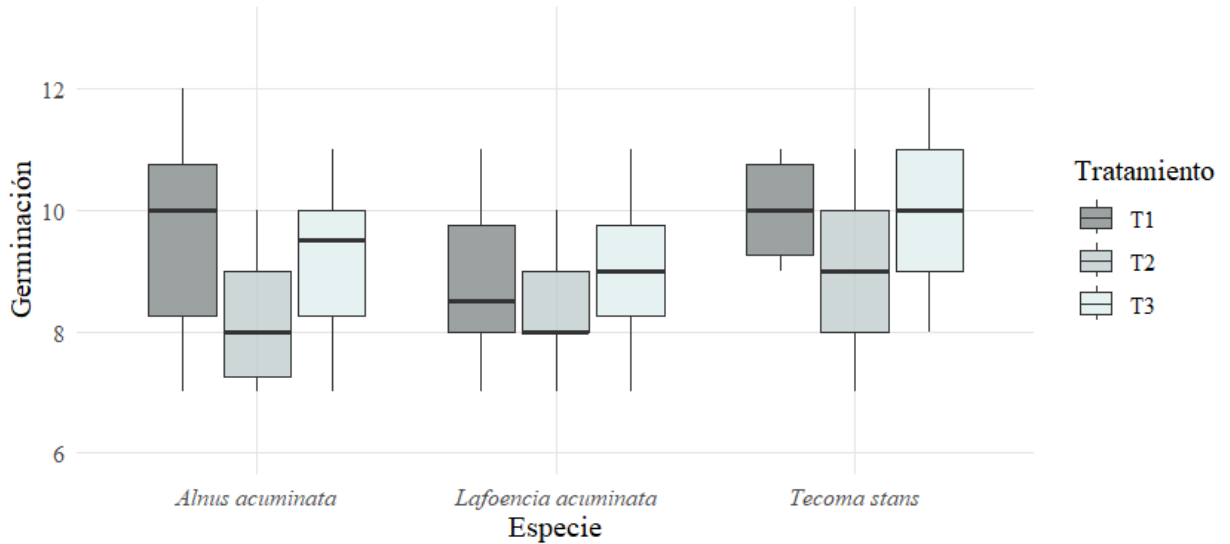
Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis indican que el valor chi-cuadrado es 8,2344 con 2 grados de libertad y un valor p de 0,01629. Dado que el valor p es menor que 0,05 se rechaza la hipótesis nula, lo que sugiere que hay diferencias significativas en las medianas entre los grupos comparados.

$$\text{Kruskal-Wallis chi-squared} = 8,2344, \text{ df} = 2, \text{ p-value} = 0,01629$$

El rechazo de la hipótesis nula en la prueba de Kruskal-Wallis indica que, a pesar de que los datos no son normales, hay evidencia suficiente para afirmar que al menos un grupo tiene una mediana que es significativamente diferente de las otras. Esto permite realizar comparaciones entre grupos sin depender de la suposición de normalidad, demostrando que el T1 y el T3 son los tratamientos con más alto porcentaje de germinación comparado con el T2 con más baja germinación. Figura 2.

Figura 2

Diagrama de cajas y bigotes para la germinación



4.1.3 Prueba de Dunn para la germinación

En este caso, aunque se observaron diferencias en las tasas de germinación entre las especies entre los T1, T2 y T3 estos resultados mostraron que estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, ya que todos los valores p obtenidos fueron superiores a 0,05. Esto significa que no se puede rechazar la hipótesis nula, que establece que no hay diferencias significativas en las tasas de germinación entre las especies analizadas.

Esto sugiere que, aunque puede haber variaciones en la germinación de las semillas de *Tecoma stans*, *Lafoensia acuminata* y *Alnus acuminata*, en los tres tratamientos, estas variaciones no son lo suficientemente grandes para ser consideradas significativas. Por lo tanto, las condiciones de germinación aplicadas a las tres especies fueron similares y no hay evidencia suficiente para afirmar que una especie germina de manera significativamente diferente a las otras en el contexto de este estudio Tabla 2.

Tabla 2*Prueba de Dunn para la germinación*

Especie	Comparación	p_value
<i>Tecoma stans</i>	T1 - T2	0,39426667
<i>Tecoma stans</i>	T1 - T3	1
<i>Tecoma stans</i>	T2 - T3	0,43576392
<i>Lafoencia acuminata</i>	T1 - T2	1
<i>Lafoencia acuminata</i>	T1 - T3	1
<i>Lafoencia acuminata</i>	T2 - T3	0,55682896
<i>Alnus acuminata</i>	T1 - T2	0,13941762
<i>Alnus acuminata</i>	T1 - T3	1
<i>Alnus acuminata</i>	T2 - T3	0,59287952

4.2 Respuesta de crecimiento

4.2.1 Normalidad

Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indican que los datos no siguen una distribución normal. Con un valor de p de 0,005724 inferior al nivel alfa común de 0,05 se rechazó la hipótesis nula de normalidad. Esto sugiere que los datos se desvían significativamente de una distribución normal.

$$W = 0,95839, p\text{-value} = 0,005724$$

4.2.2 Anova

Los resultados del test de Kruskal-Wallis indicó que hay diferencias significativas entre los grupos analizados. Con un valor de chi-cuadrado de 48,911 y un p-value de 2,394e-11, que es

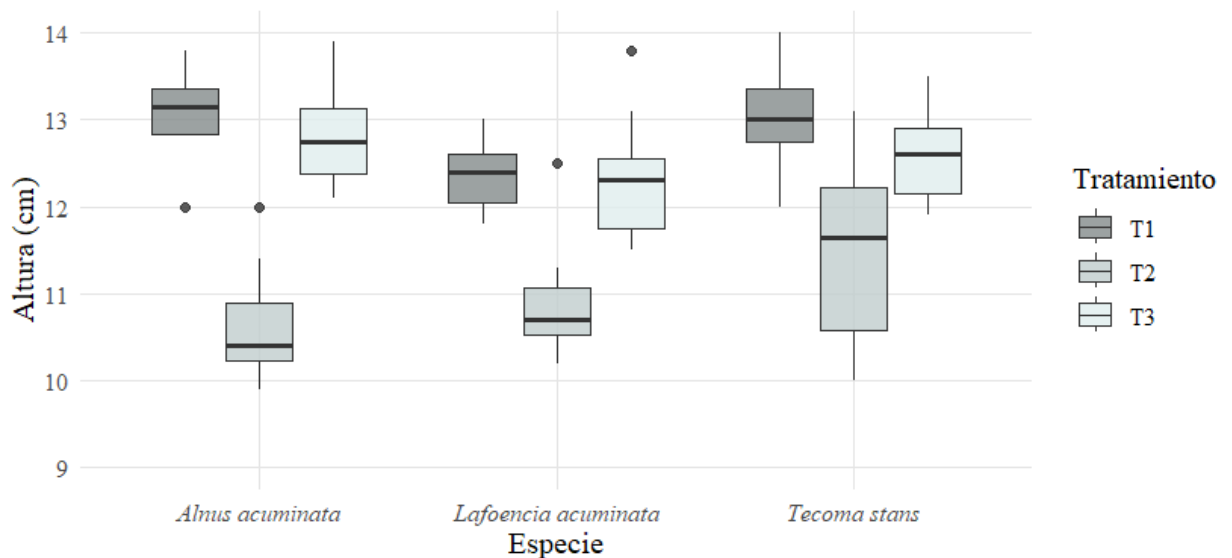
mucho menor que 0,05 donde se rechazó la hipótesis nula de que todos los grupos tienen la misma distribución. Sugiriendo que al menos uno de los grupos es diferente.

$$\text{Kruskal-Wallis chi-squared} = 48,911, \text{ df} = 2, \text{ p-value} = 2,394\text{e-}11$$

La respuesta de los tratamientos aplicados a cada una de las especies reveló que el tratamiento T1 presentó el mayor porcentaje de crecimiento en las tres especies evaluadas. El tratamiento T3 mostró resultados similares al T1, con una diferencia mínima en el desarrollo. En contraste, el tratamiento T2 evidenció un crecimiento significativamente menor en comparación con los otros dos tratamientos Figura 3.

Figura 3

Diagrama de cajas y bigotes para la altura



4.2.3 Prueba de Dunn para la altura

Los resultados de la prueba de Dunn aplicada a las alturas de las especies analizadas revelaron que, aunque se observaron diferencias en las tasas de crecimiento entre las diferentes especies, específicamente entre los tratamientos T1 y T3, que mostraron las alturas más elevadas,

y T2, que fue el más bajo, todos los valores de p obtenidos fueron significativamente inferiores a 0,05.

Esto indica que las diferencias observadas en las alturas son estadísticamente significativas, evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, que establece que no hay diferencias significativas en las alturas entre los grupos comparados. Los tratamientos aplicados a las especies en T1 y T3 han tenido un efecto positivo en su crecimiento, lo que les permitió alcanzar alturas mayores en comparación con T2 Tabla 3.

Tabla 3

Prueba de Dunn para la altura

Especie	Comparación	p_value
<i>Tecoma stans</i>	T1 - T2	2,85E+03
<i>Tecoma stans</i>	T1 - T3	1,00E+06
<i>Tecoma stans</i>	T2 - T3	4,72E+04
<i>Lafoencia acuminata</i>	T1 - T2	1,50E+02
<i>Lafoencia acuminata</i>	T1 - T3	6,39E+05
<i>Lafoencia acuminata</i>	T2 - T3	1,49E+04
<i>Alnus acuminata</i>	T1 - T2	6,60E+01
<i>Alnus acuminata</i>	T1 - T3	1,00E+06
<i>Alnus acuminata</i>	T2 - T3	2,50E+03

4.3 Respuesta de número de hojas

4.3.1 Normalidad

El valor de W sugiere que los datos son relativamente cercanos a una distribución normal, pero el valor p 0,03052 indica que hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis de normalidad. Esto significa que los datos no se distribuyeron normalmente, lo que implicó considerar métodos estadísticos no paramétricos.

$$W = 0,96909, p\text{-value} = 0,03052$$

4.3.2 Anova

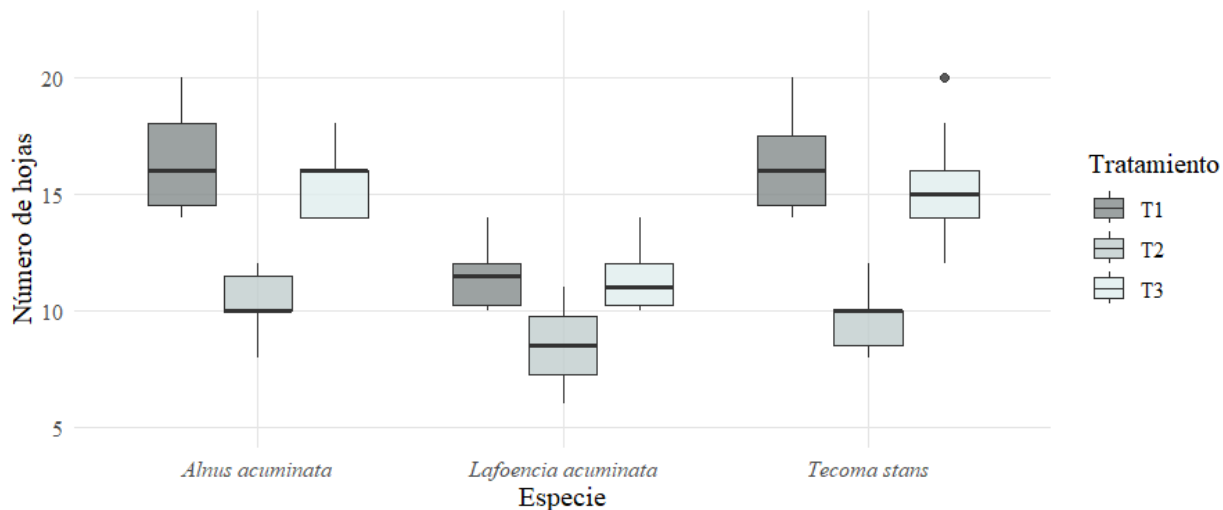
Los resultados del test de Kruskal-Wallis muestran un valor chi-cuadrado de 46,227 con 2 grados de libertad y un valor p de 9,159e-11. Esto nos mostró que hay diferencias significativas entre al menos uno de los grupos comparados, ya que el valor p es mucho menor que 0,05. Se rechaza la hipótesis nula de que todos los grupos tienen la misma distribución, lo que sugiere que al menos un grupo es diferente en términos de la variable que se está midiendo.

$$\text{Kruskal-Wallis chi-squared} = 46,227, df = 2, p\text{-value} = 9,159e-11$$

El resultado de las especies en cada uno de los tratamientos indicó que el T1 tiene mayor porcentaje del desarrollo foliar en las tres especies, el tratamiento T3 le siguió dando por hecho que en el T2 el desarrollo foliar fue muy bajo evidenciando también que la especie *Lafoensia acuminata* en los tres tratamientos tuvo bajo desarrollo foliar Figura 4.

Figura 4

Diagrama de cajas y bigotes para el número de hojas



4.3.3 Prueba de Dunn para el número de hojas

Las comparaciones entre T1, T2 y T3 muestran diferencias altamente significativas, lo que sugiere que el tratamiento T1 favorece un mayor número de hojas, seguido del tratamiento T3 en comparación con T2. Los resultados de la prueba de Dunn indican que hay diferencias significativas en el número de hojas entre las especies analizadas y los diferentes tratamientos. Esto sugiere que los tratamientos experimentales aplicados en T1 y T3 han favorecido la producción de hojas en comparación con T2 Tabla 4.

Tabla 4

Prueba de Dunn para el número de hojas

Espece	Comparación	p_value
<i>Tecoma stans</i>	T1 - T2	2,85E+03
<i>Tecoma stans</i>	T1 - T3	1,00E+06
<i>Tecoma stans</i>	T2 - T3	4,72E+04

<i>Lafoencia acuminata</i>	T1 - T2	1,50E+02
<i>Lafoencia acuminata</i>	T1 - T3	6,39E+05
<i>Lafoencia acuminata</i>	T2 - T3	1,49E+04
<i>Alnus acuminata</i>	T1 - T2	6,60E+01
<i>Alnus acuminata</i>	T1 - T3	1,00E+06
<i>Alnus acuminata</i>	T2 - T3	2,50E+03

4.4 Encuesta

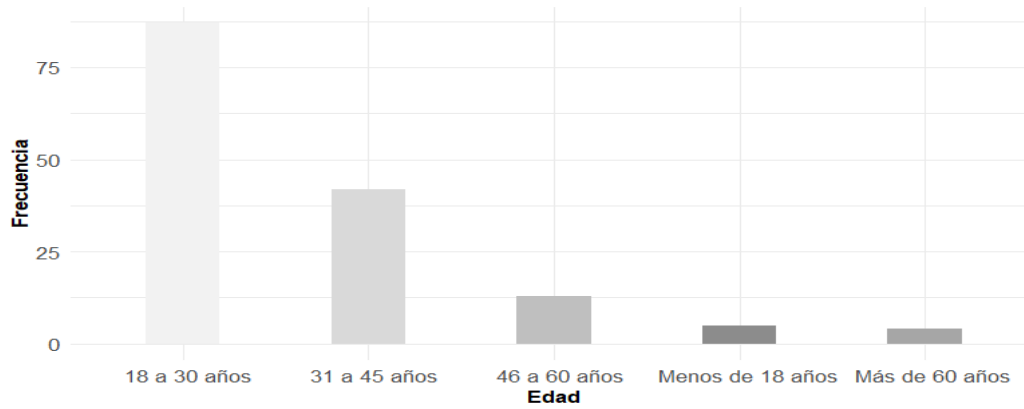
4.4.1 Edad

La distribución de la edad de los encuestados revela que la mayoría son jóvenes, lo que sugiere un interés significativo por parte de esta generación en la reforestación urbana y la sostenibilidad ambiental en Málaga. La predominancia de jóvenes puede ser un indicador de una creciente conciencia sobre la importancia de cuidar el medio ambiente y de la disposición de esta población a involucrarse en iniciativas de conservación. Este enfoque juvenil es crucial, ya que su participación activa puede tener un impacto duradero en la salud y el bienestar de su comunidad

Figura 5.

Figura 5

Edad

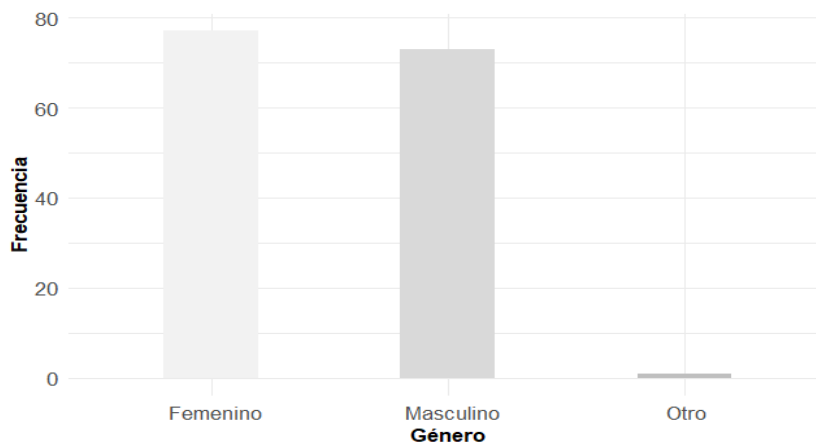


4.4.2 Género

El análisis de género en las respuestas indica que tanto hombres como mujeres están interesados en las zonas verdes de Málaga. Esta igualdad de interés sugiere que las iniciativas de reforestación urbana pueden ser inclusivas y que es fundamental considerar las opiniones y necesidades de todos los géneros al planificar actividades y programas de conservación Figura 6.

Figura 6

Género

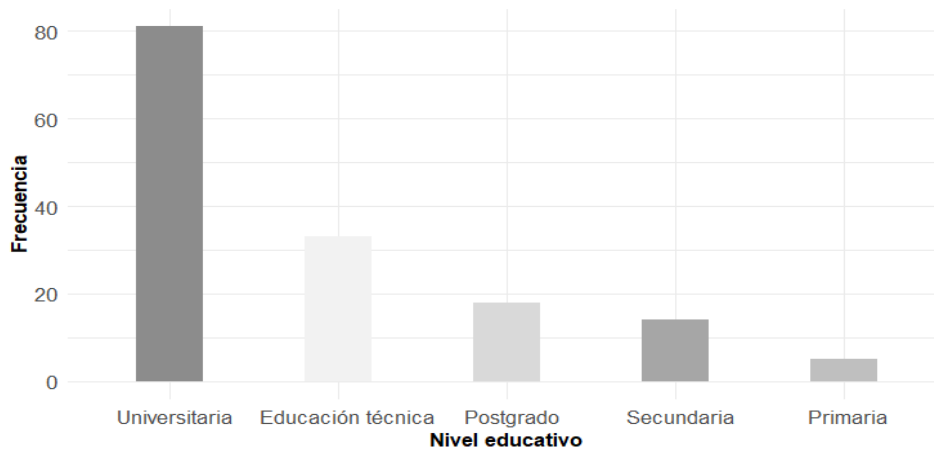


4.4.3 Nivel educativo

Los resultados sobre el nivel educativo de los encuestados muestran que la mayoría tiene un nivel educativo medio o superior. Esto puede estar relacionado con una mayor conciencia sobre la importancia del medio ambiente y la sostenibilidad. Un mayor nivel educativo puede facilitar la comprensión de los beneficios ambientales y sociales de las zonas verdes, lo que podría traducirse en un mayor apoyo a las iniciativas de reforestación Figura 7.

Figura 7

Nivel educativo



4.4.4 Ocupación

La ocupación de los encuestados revela que hay en mayor porcentaje una mezcla de profesionales, estudiantes y trabajadores. Esta diversidad ocupacional puede influir en la percepción y el interés en la reforestación urbana, ya que las personas en diferentes campos pueden tener diferentes motivaciones y recursos para participar en iniciativas de conservación Figura 8.

Figura 8

Ocupación

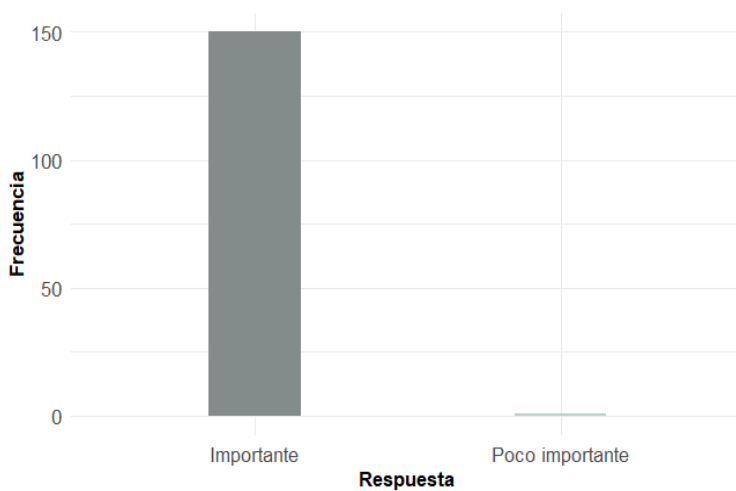


4.4.5 Importancia

Los encuestados consideran que la reforestación de zonas verdes en Málaga es importante. Este consenso resalta la necesidad de implementar políticas y programas que fomenten la reforestación urbana, ya que los ciudadanos reconocen su valor para mejorar la calidad de vida, la biodiversidad y la salud ambiental en la ciudad Figura 9.

Figura 9

Importancia de la reforestación urbana en Málaga

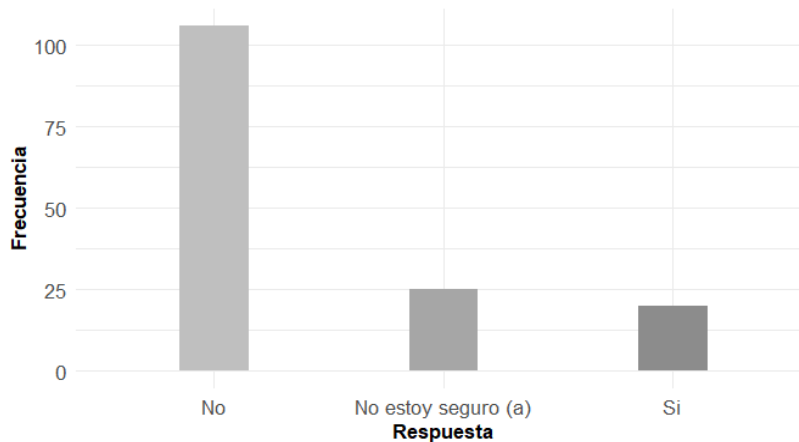


4.4.6 Suficiencia de zonas verdes

Las respuestas indican que la mayoría de encuestados no creen que haya suficientes zonas verdes en Málaga. Esta percepción sugiere una necesidad urgente de evaluar y mejorar la infraestructura verde de la ciudad, lo que podría ser un punto de partida para abogar por políticas que promuevan la creación y el mantenimiento de espacios verdes Figura 10.

Figura 10

Suficientes zonas verdes

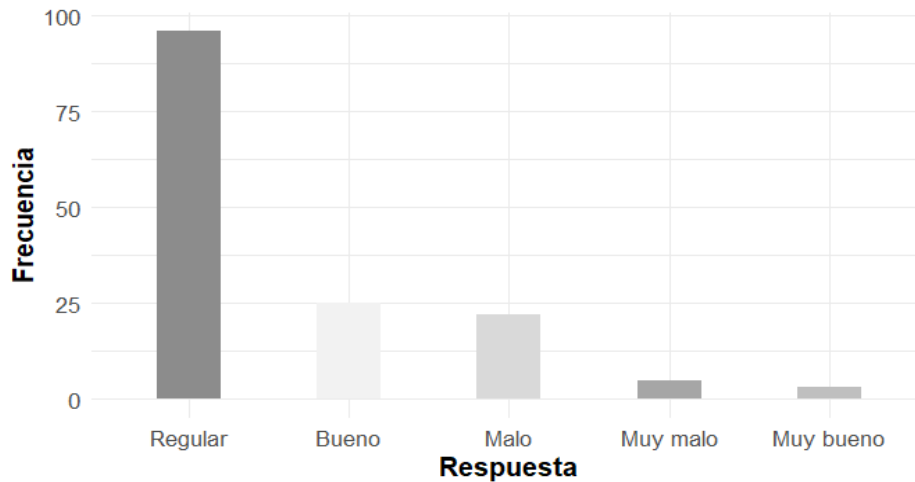


4.4.7 Percepción estado actual de las zonas verdes

La percepción sobre el estado actual de las zonas verdes en Málaga muestra que la mayoría de los encuestados considera que estas se encuentran en un estado regular. Un pequeño porcentaje de los participantes calificó las zonas verdes como buenas, esta tendencia sugiere que, aunque hay un reconocimiento de la existencia de espacios verdes, también hay una clara percepción de que estos no están siendo mantenidos o gestionados de manera óptima. Esto indica que hay oportunidades para mejorar la calidad de las zonas verdes, lo que podría ser un punto de partida para desarrollar iniciativas que aborden las preocupaciones de la comunidad y fomenten un entorno urbano más saludable y sostenible Figura 11.

Figura 11

Percepción del estado actual de las zonas verdes

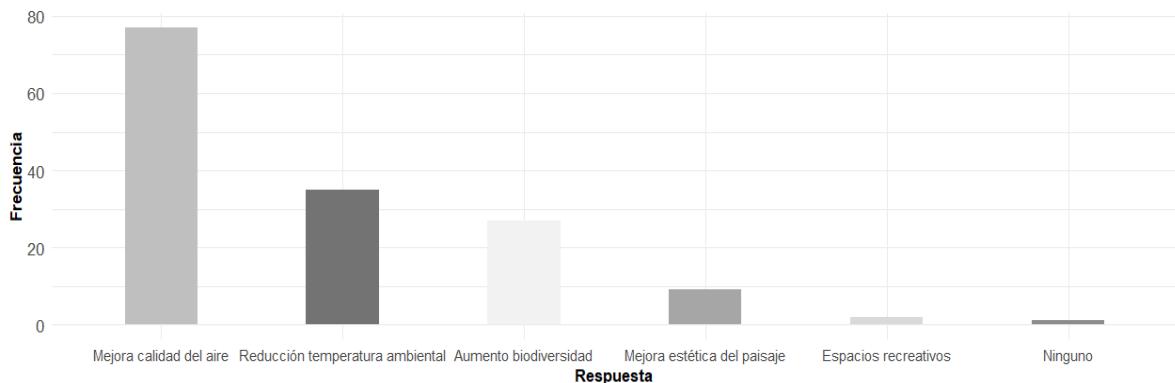


4.4.8 Beneficios reforestación urbana

Se identificaron varios beneficios que la reforestación urbana podría traer a la comunidad, incluyendo la mejora de la calidad del aire en mayor proporción, la reducción de la temperatura, el aumento de la biodiversidad y la mejora del paisaje en menor importancia. Estas respuestas reflejan una comprensión de los múltiples beneficios que las zonas verdes pueden ofrecer, lo que puede ser un argumento sólido para promover iniciativas de reforestación urbana Figura 12.

Figura 12

Beneficios de la reforestación urbana

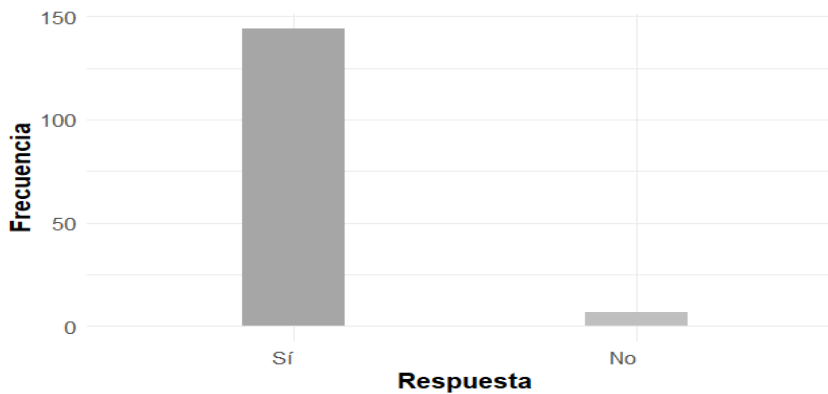


4.4.9 Disposición a participar

De los encuestados, 143 expresaron su disposición a participar en iniciativas de reforestación urbana. Este interés sugiere que hay un potencial significativo para movilizar a la comunidad en actividades de conservación, fortaleciendo el sentido de pertenencia y responsabilidad hacia el medio ambiente Figura 13.

Figura 13

Disposición a participar

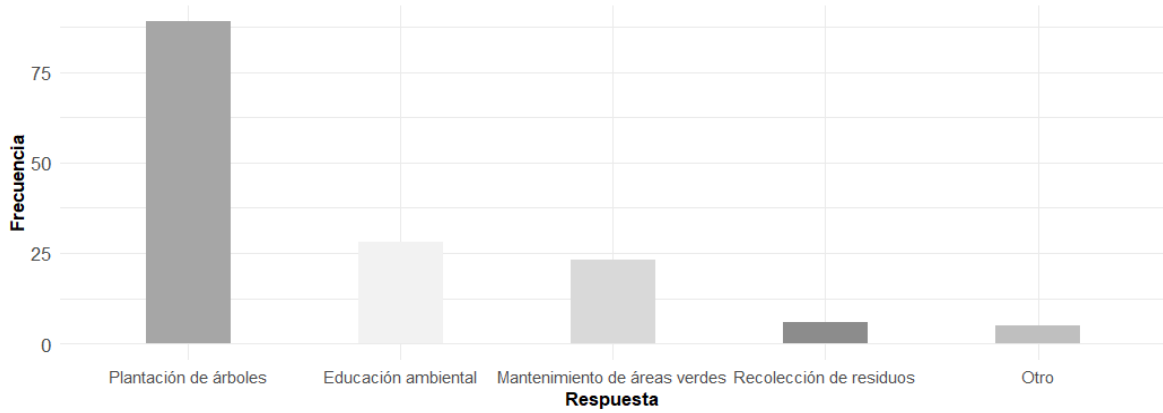


4.4.10 Actividades deseadas

Hay interés en diversas actividades para participar en iniciativas de reforestación urbana, como la plantación de árboles en mayor porcentaje, seguido de educación ambiental y mantenimiento de zonas verdes. Esta variedad de intereses puede ayudar a diseñar programas que sean atractivos y efectivos, fomentando una mayor participación de la comunidad Figura 14.

Figura 14

Actividades deseadas

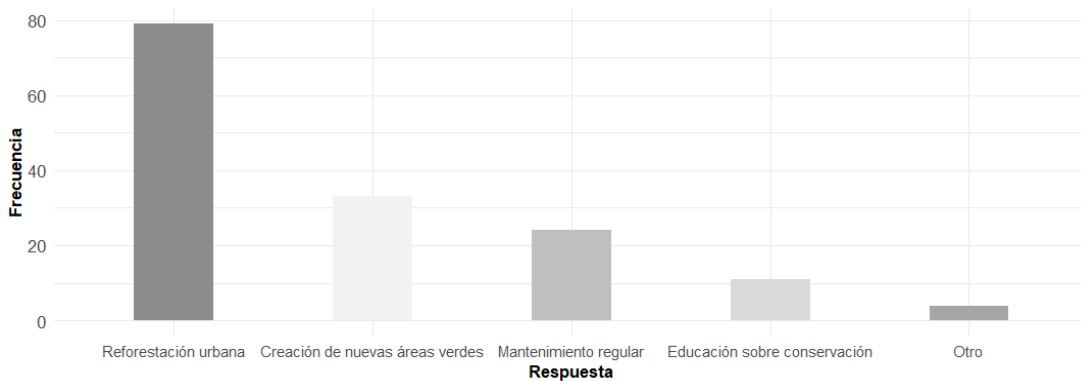


4.4.11 Acciones prioritarias

Finalmente, los encuestados sugirieron diversas acciones prioritarias para mejorar las zonas verdes, como la reforestación urbana en mayor porcentaje, seguido de la creación de nuevas áreas verdes y el mantenimiento regular. Estas recomendaciones pueden servir como base para el desarrollo de un plan de acción que aborde las necesidades y expectativas de la comunidad Figura 15.

Figura 15

Acciones prioritarias



5. Discusión

En el presente estudio, aunque se emplearon diferentes tipos de sustratos, no se observaron diferencias significativas en la tasa de germinación de las especies analizadas *Tecoma stans*, *Lafoensia acuminata* y *Alnus acuminata*. Estos hallazgos contrastan con los reportados por Godofredo Mamani1 (2018) quienes encontraron diferencias significativas en el poder germinativo y en la germinación acumulada diaria al comparar el uso de suelo natural con un sustrato premezclado comercial en *Eriotheca vargasii*. La discrepancia entre los resultados puede deberse a varios factores, como las características específicas de los sustratos utilizados en cada estudio, las condiciones ambientales durante la germinación o las particularidades de las especies evaluadas. Este contraste resalta la importancia de realizar estudios adicionales para comprender mejor cómo diferentes sustratos pueden influir en la germinación de las plántulas en contextos de restauración ecológica.

Seguidamente, se evaluaron los efectos de diferentes sustratos en el crecimiento y número de hojas de las especies *Tecoma stans*, *Lafoensia acuminata* y *Alnus acuminata*, es interesante comparar los resultados con los reportados en la literatura. Un estudio previo comparó el uso de turba versus sustratos de suelo de páramo en la propagación de plántulas. Los resultados mostraron que la turba produjo mejores resultados en términos de altura de planta, número de hojas, volumen del sistema radicular y longitud del sistema radicular (Azucena & Ilvay, 2012)

Los sustratos que se utilizaron en este estudio fueron tierra - compost, tierra – arena y tierra. Dando como resultados mayor crecimiento y desarrollo de hojas en los sustratos de tierra - compost y solo tierra. La comparación entre los sustratos utilizados y la turba sugiere que la elección del sustrato puede tener un impacto significativo en el crecimiento de las plántulas. Sin embargo, es

importante considerar que la turba puede tener limitaciones en términos de disponibilidad y costo, lo que puede afectar su viabilidad para la propagación a gran escala.

Las propiedades de un sustrato son consideradas fundamentales para el éxito del cultivo, ya que una estructura inadecuada puede ser difícil de corregir una vez que el cultivo ha sido establecido. Esto significa que la selección de un sustrato con características apropiadas es crucial desde el inicio del proceso de propagación. (Iskander, 2002)

En el contexto de la investigación se puede considerar que las propiedades de la arena utilizada no fueron las mejores ya que en el T2 hubo menor crecimiento y desarrollo de hojas. La elección de un sustrato que ofrezca una buena estructura no solo facilitará el desarrollo inicial de las plántulas, sino que también contribuirá a su adaptación y crecimiento a largo plazo en el entorno urbano.

6. Conclusiones

La investigación ha permitido identificar las especies ornamentales nativas adecuadas para la restauración ecológica en las zonas verdes de Málaga, Santander. A través de la evaluación de su capacidad de adaptación a las condiciones ambientales locales, se ha determinado que especies como *Tecoma stans*, *Lafoensia acuminata* y *Alnus acuminata* son particularmente prometedoras.

Se ha establecido que la elección del sustrato es un factor clave en la propagación por semilla de las especies ornamentales nativas. Aunque no se encontraron diferencias significativas en la tasa de germinación entre los sustratos utilizados, la calidad del sustrato sigue siendo fundamental para el desarrollo óptimo de las plántulas. La investigación sugiere que un sustrato

bien estructurado y con propiedades adecuadas puede mejorar significativamente el crecimiento y la supervivencia de las plántulas en el vivero municipal.

El análisis del impacto ecológico y estético de las plantas ornamentales en la calidad de vida de los habitantes de Málaga ha revelado que la incorporación de especies nativas en las zonas verdes no solo mejora la estética del entorno urbano, sino que también contribuye a la salud ambiental. Las plantas ornamentales nativas ayudan a mejorar la calidad del aire, proporcionan sombra y refugio para la fauna local, y fomentan un sentido de pertenencia y bienestar en la comunidad.

Se presenta en forma exacta el aporte del desarrollo del trabajo en concordancia a la justificación presentada. Se describe en forma lógica, los resultados del trabajo, dando respuesta a los objetivos o propósitos planteados. Basado en los resultados recolectados, incluido el tratamiento estadístico o cualitativo. Se muestra en forma concisa los productos y/o resultados y se resaltan las contribuciones del trabajo al contexto local.

Los resultados de la investigación indican que tanto el uso de tierra sola como la combinación de tierra con compost son los tratamientos más efectivos para la propagación de especies ornamentales nativas. Estos sustratos demostraron favorecer el crecimiento y desarrollo de las plántulas, evidenciados por parámetros como la altura, el número de hojas.

La tierra al proporcionar un medio de cultivo adecuado, permite un buen drenaje y aireación, lo que es fundamental para el establecimiento de las plántulas. Por otro lado, la adición de compost a la tierra no solo mejora la calidad nutricional del sustrato, sino que también contribuye a la retención de humedad y a la actividad biológica del suelo, lo que resulta en un crecimiento más vigoroso de las plántulas.

En contraste, el tratamiento que incluyó tierra con arena no mostró un impacto significativo en el desarrollo de las plántulas. Esto sugiere que la arena, aunque puede mejorar el drenaje, no proporciona los nutrientes necesarios ni las propiedades adecuadas para favorecer el crecimiento de las especies ornamentales nativas en comparación con los otros tratamientos.

7. Recomendaciones

A partir de los hallazgos de esta investigación, se recomienda la implementación de programas de reforestación urbana que utilicen las especies nativas identificadas, así como la promoción de prácticas de manejo sostenible de los sustratos en el vivero municipal. Estas acciones no solo contribuirán a la restauración ecológica de las zonas verdes, sino que también mejorarán la calidad de vida de los habitantes de Málaga, fomentando un entorno urbano más saludable y sostenible.

Fomentar la investigación de los sustratos de crecimiento en diversas especies de interés forestal a nivel local y regional, con el fin de enriquecer el entendimiento de los procesos de crecimiento y desarrollo de plántulas en las fases de vivero.

Se sugiere que futuras investigaciones se centren en el estudio a largo plazo de la adaptación y el crecimiento de estas especies en diferentes condiciones ambientales, así como en la evaluación de su impacto en la biodiversidad y en la salud pública. Esto permitirá optimizar las estrategias de restauración y contribuir a la sostenibilidad de los ecosistemas urbanos.

Referencias Bibliográficas

- Anderson, E. C., & Minor, E. S. (2021). Assessing four methods for establishing native plants on urban vacant land. *Ambio*, 50(3), 695–705. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01383-z>
- Awasthi, P., Karki, H., Vibhuti, V., Bargali, K., & Bargali, S. S. (2016). Germination and Seedling Growth of Pulse Crop (*Vigna Spp.*) as Affected by Soil Salt Stress. *Current Agriculture Research Journal*, 4(2), 159–170. <https://doi.org/10.12944/CARJ.4.2.05>
- Azucena, L., & Ilvay, I. (2012). “*evaluación de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de brócoli (Brassica oleracea Var. Itálica).*”
- Bakr, R., Fayed, M. A., Salem, M., & Hussein, A. (2019). Tecoma stans: Alkaloid profile and antimicrobial activity. *Journal of Pharmacy And Bioallied Sciences*, 11(4), 341. https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_79_19
- Bera, B., Chinta, S., Mahajan, D. A., Sailaja, A., Mahajan, R., & Professor, A. (2023). *Urbanization and Its Impact on Environmental Sustainability: A Comprehensive Review.*
- Berthon, K., Thomas, F., & Bekessy, S. (2021). The role of ‘nativeness’ in urban greening to support animal biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, 205, 103959. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103959>
- Cabrera, R. I. (1999). propiedades , uso y manejo de sustratos de cultivo para la produccion de plantas en maceta. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, V(01), 5–11. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.1998.03.025>
- Castillo, A. , F. E. , & S. E. (n.d.). comparación de sustratos en diferentes concentraciones para germinación y crecimiento inicial de caoba centroamericana(*Swietenia macrophylla*). Unpublished. 2021.

- Cifuentes. (2022). *EFECTO DE Azospirillum brasilense en el crecimiento de Alnus acuminata Y Morella pubescens en condiciones de laboratorio para la restauracion de un bosque andino.*
- Corsino, A. L., Alves-da-Silva, D., Palhares-Melo, L. A. M., & Cavalcanti, T. B. (2024). Germination and Vegetative Propagation of the Wild Species *Cuphea pulchra* Moric. (Lythraceae), a Potential Ornamental Crop. *International Journal of Plant Biology*, 15(1), 32–45. <https://doi.org/10.3390/ijpb15010003>
- Di Sacco, A., Hardwick, K. A., Blakesley, D., Brancalion, P. H. S., Breman, E., Cecilio Rebola, L., Chomba, S., Dixon, K., Elliott, S., Ruyonga, G., Shaw, K., Smith, P., Smith, R. J., & Antonelli, A. (2021). Ten golden rules for reforestation to optimize carbon sequestration, biodiversity recovery and livelihood benefits. *Global Change Biology*, 27(7), 1328–1348. <https://doi.org/10.1111/gcb.15498>
- Doria, J. (2010). *generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento.* http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011
- Efecto de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble.* (n.d.). Retrieved March 11, 2025, from https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712010000200001
- Fernández-Bravo, C., Urdaneta, N., Silva, W., Poliszuk, H., & Marín, M. (2006). Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv `Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 23(2), 188–196. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182006000200006&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Godofredo Mamani¹, h. c. s. s. l. c. m. c. t. s. a. a. & r. l.-p. (2018). *Substrate, moisture, temperature and seed germination of the threatened endemic tree Eriotheca vargasii (Malvaceae)*.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44959350017>
- Hua, f. , b. l. a. , m. p. , m. p. a. , z. j. , n. s. , m. x. , w. w. , m. c. , p.-a. j. l. , b. p. h. s. , s. p. , e. d. p. , & b. a. (2022). *The biodiversity and ecosystem service contributions and trade-offs of forest restoration approaches*.
- ICA. (2010). *Resolución 2547 de 2010*.
- ICA. (2020). *Resolucion-00012483-del-22-de-septiembre-2023*.
- Iskander Cabrera, R. (2002). *vi. manejo de sustratos para la producción de plantas ornamentales en maceta*.
- Kisvarga, S., Horotán, K., Wani, M. A., & Orlóci, L. (2023). Plant Responses to Global Climate Change and Urbanization: Implications for Sustainable Urban Landscapes. *Horticulturae* 2023, Vol. 9, Page 1051, 9(9), 1051. <https://doi.org/10.3390/HORTICULTURAE9091051>
- Luna-Nieves, A. L., García-Frapolli, E., Bonfil, C., Meave, J. A., & Ibarra-Manríquez, G. (2019). Integrating conservation and socioeconomic development: the potential of community nurseries in Mexican protected areas. *Environmental Conservation*, 46(4), 310–317.
<https://doi.org/10.1017/S0376892919000201>
- Madrid, N. (2020). *Entrevistas con usuarios (II). Selección de perfiles y reclutamiento. Nacho Madrid | UX - Investigación y Diseño Centrado en el Usuario*.
- Martín-Baró. (2021). *La encuesta de opinión pública como instrumento desideologizador*.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-49112021000100161

- Méndez-Toribio, M., Martínez-Garza, C., & Cecon, E. (2021). Challenges during the execution, results, and monitoring phases of ecological restoration: Learning from a country-wide assessment. *plos one*, *16*(4), e0249573. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249573>
- Mora. (2023). *Valoración sociocultural y biofísica de servicios ecosistémicos*.
- Moreno-Casasola, P. (2022). The challenge of participatory restoration in rural areas. *Botanical Sciences*, *100*(Special), S218–S244. <https://doi.org/10.17129/botsci.3149>
- ONU. (2022). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización de las Naciones Unidas* .
- Orlóci, L., & Fekete, A. (2023). Ornamental Plants and Urban Gardening. *Plants*, *12*(24), 4096. <https://doi.org/10.3390/plants12244096>
- Ortiz Chimbo, K. M., García Viteri, R. A., Huerta Cruz, S., & Sánchez Macías, R. E. (2023). Tourism micro-enterprises, an alternative for the sustainable development of tourism in the Salitre canton, Guayas Province: nurseries, new undertakings. *Journal of Business and Entrepreneurial Studie*, *7*(3). <https://doi.org/10.37956/jbes.v7i3.346>
- Pan, Y., Teng, T., Wang, S., & Wang, T. (2024). Impact and mechanism of urbanization on urban green development in the Yangtze River Economic Belt. *Ecological Indicators*, *158*. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111612>
- Portillo Villalobos, A. I., Macías López, Ma. G., Terrazas Gómez, M. I., Uranga Valencia, L. P., & Valenzuela Arizpe, F. N. (2024). Exploración del mercado de plantas ornamentales de vivero en Delicias, Chihuahua. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, *12*(1), 104–114. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v12i1.546>
- RAE. (2022). *restaurar*.

- Ramos-Huapaya, A. E., & Lombardi-Indacochea, I. R. (2020). Calidad de plantas en un vivero de tecnología intermedia en Huánuco: Estudio de caso con “Eucalipto urograndis.” *Revista Forestal Del Perú*, 35(2), 132–145. <https://doi.org/10.21704/rfp.v35i2.1581>
- The Nature Conservancy. (2024). *Restauración ecológica. (s. f.).* .
- Universidad EIA. (2025). *Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá.* <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/50>
- Vidal, C. Y., Naves, R. P., Viani, R. A. G., & Rodrigues, R. R. (2020). Assessment of the nursery species pool for restoring landscapes in southeastern Brazil. *Restoration Ecology*, 28(2), 427–434. <https://doi.org/10.1111/rec.13096>
- Xu, X., Wolfe, L., Diez, J., Zheng, Y., Guo, H., & Hu, S. (2019). Differential germination strategies of native and introduced populations of the invasive species *Plantago virginica*. *NeoBiota*, 43, 101–118. <https://doi.org/10.3897/neobiota.43.30392>

Apéndices

Apéndice A.

Vivero municipal



Apéndice B

Estado del vivero al comenzar la práctica



Apéndice C

Limpieza del vivero



Apéndice D

Estado actual del vivero



Apéndice E

Bodega del vivero



Apéndice F

Semillas certificadas



Apéndice G

Proceso de propagación



Apéndice H.

Germinación.

