



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA AMBIENTAL**

**TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN  
DIAGNÓSTICO FLORÍSTICO Y PROPUESTA DE  
MANEJO SOSTENIBLE DE ESPECIES ARBÓREAS  
FRUTALES Y MADERABLES EN EL CAMPUS  
UNIVERSITARIO.**

**AUTOR  
JAMA SANTOS DAYANNA BELEN**

**TUTOR  
ING. MOREJON TROYA FERNANDO JAVIER, M.Sc**

**MILAGRO, ECUADOR**

**2026**

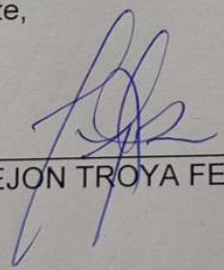


**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: "DIAGNÓSTICO FLORÍSTICO Y PROPUESTA DE MANEJO SOSTENIBLE DE ESPECIES ARBÓREAS FRUTALES Y MADERABLES EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO" realizado por la estudiante JAMA SANTOS DAYANNA BELEN; con cédula de identidad N° 0954566493 de la carrera INGENIERÍA AMBIENTAL, Ciudad Universitaria Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

  
\_\_\_\_\_  
ING. MOREJON TROYA FERNANDO, M.Sc  
TUTOR

Milagro, 25 de junio del 2020



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: "DIAGNÓSTICO FLORÍSTICO Y PROPUESTA DE MANEJO SOSTENIBLE DE ESPECIES ARBÓREAS FRUTALES Y MADERABLES EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO", realizado por la estudiante JAMA SANTOS DAYANNA BELEN, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Peña Haro Cesar, M.Sc  
**PRESIDENTE**

Ing. Flores Cadena Cristian, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

Ing. Cedeño Bermeo Jessica, M.Sc  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

Milagro, 25 de junio del 202

## DEDICATORIA

A Dios, por darme fuerza y sabiduría, por sostenerme cuando más lo necesite, por ser mi guía en cada paso de este camino.

A mi papá, Washington Enrique Jama quien ya no está físicamente, pero cuya presencia me acompaña en cada momento, gracias por tu ejemplo de trabajo incansable, por enseñarme que la disciplina y responsabilidad son caminos seguros hacia el éxito. Aunque no pudiste ver el final de este camino, sé que desde donde estés, me acompañas y celebras conmigo este logro tan significativo. Tu memoria vive en mí y tu legado seguirá siendo mi inspiración más grande.

A mi mamá, Zoraida Santos por sus palabras de aliento y por sus sacrificios silenciosos han sido el motor que me ha impulsado a salir adelante, quien con un duelo a cuestas me sigue guiando y me enseña a cómo continuar con la cotidianidad de mi vida y ver con amor el final de esta carrera.

A mi querido Hermano, por apoyarme en cada etapa, en cada decisión.

## **AGRADECIMIENTO**

Gratitud principalmente a Dios, por permitirme llegar al final de esta carrera

A mis padres por creer en mí y luchar por sacarme adelante a pesar de las dificultades, dándome un ejemplo de superación y perseverancia, impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, para hoy ver realizada una de mis metas,

Gracias Papá por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida, un abrazo hasta el cielo.

A mis amigos, quienes formaron parte importante de esta etapa universitaria, gracias por su amistad, apoyo y compañía a lo largo de este camino. Gracias por compartir momentos de alegría y también de dificultad. Me llevo no solo recuerdos valiosos, sino también amistades que marcaron significativamente esta etapa de mi vida. En especial a Melanny Sánchez, quien hizo menos difícil estos años de universidad, gracias por cada risa, cada trabajo compartido, por estar siempre presente brindándome su apoyo, palabras de aliento, por ser mi soporte.

Por último, pero no menos importante, A Marcela Andrade quien, con su amor tan maternal, bondad y alegría se convirtió en una amistad muy importante en mi vida, te agradezco profundamente por recordarme la importancia de no rendirme ante las dificultades. Este logro también lleva un poco de tu esencia, porque fuiste parte importante de este camino.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, JAMA SANTOS DAYANNA BELÉN, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre **“DIAGNÓSTICO FLORÍSTICO Y PROPUESTA DE MANEJO SOSTENIBLE DE ESPECIES ARBÓREAS FRUTALES Y MADERABLES EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO”**, para optar el título de INGENIERA AMBIENTAL por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autora me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 25 de junio del 2026

---

JAMA SANTOS DAYANNA BELÉN  
C.I 0954566493

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo identificar y caracterizar las especies arbóreas frutales y maderables presentes en el campus de la Universidad Agraria del Ecuador, sede Milagro, evaluar su estado de conservación y distribución espacial, y diseñar una propuesta de manejo sostenible que integre estrategias de conservación, aprovechamiento y educación ambiental. El estudio se desarrolló mediante un inventario arbóreo realizado en tres polígonos previamente delimitados, utilizando conteo directo y clasificación de las especies según su tipo, uso y función ecológica. Los resultados evidenciaron la presencia de una alta diversidad arbórea, registrándose especies ornamentales, frutales, maderables y agroproductivas. El Polígono 1 destacó por su elevada diversidad específica y valor paisajístico; el Polígono 2 presentó un marcado enfoque productivo, con predominio del cultivo de mango; mientras que el Polígono 3 mostró una estructura ordenada basada en sistemas forestales y agroproductivos, dominados por teca y cacao. En general, el estado de conservación del arbolado se clasificó entre bueno y aceptable, sin evidencias de deterioro severo. Con base en el diagnóstico realizado, se diseñó una propuesta de manejo sostenible alineada con la normativa ambiental ecuatoriana, orientada a la conservación del arbolado existente, el aprovechamiento responsable de los recursos forestales y frutales, y el fortalecimiento de la educación ambiental universitaria. Esta propuesta busca consolidar al campus como un espacio modelo de gestión ambiental, contribuyendo a la sostenibilidad, la formación académica y la protección de la biodiversidad.

Palabras claves: Inventario, Diversidad arbórea, Manejo sostenible, Conservación ambiental

## ABSTRACT

The present research aimed to identify and characterize the fruit and timber tree species present on the campus of the Universidad Agraria del Ecuador, Milagro campus, to evaluate their conservation status and spatial distribution, and to design a sustainable management proposal integrating conservation, resource use, and environmental education strategies. The study was conducted through a tree inventory carried out in three previously delimited polygons, using direct counting and classification of species according to their type, use, and ecological function. The results revealed a high level of arboreal diversity, with the presence of ornamental, fruit, timber, and agroproductive species. Polygon 1 stood out for its high species diversity and landscape value; Polygon 2 showed a strong productive focus, with a predominance of mango cultivation; while Polygon 3 exhibited an organized structure based on forest and agroproductive systems, dominated by teak and cocoa. Overall, the conservation status of the tree population was classified as good to acceptable, with no evidence of severe deterioration. Based on the diagnostic assessment, a sustainable management proposal aligned with Ecuadorian environmental regulations was developed, aimed at conserving the existing tree population, promoting the responsible use of forest and fruit resources, and strengthening environmental education within the university. This proposal seeks to consolidate the campus as a model space for environmental management, contributing to sustainability, academic training, and biodiversity conservation.

**Keywords:** Tree inventory, Arboreal diversity, Sustainable management, Environmental conservation

## INDICE GENERAL

|                                                     |                                      |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>TUTOR .....</b>                                  | <b>i</b>                             |
| <b>APROBACIÓN DEL TUTOR .....</b>                   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....</b> | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>DEDICATORIA .....</b>                            | <b>v</b>                             |
| <b>AGRADECIMIENTO .....</b>                         | <b>v</b>                             |
| Autorización de Autoría Intelectual .....           | vi                                   |
| <b>RESUMEN .....</b>                                | <b>vii</b>                           |
| <b>INDICE GENERAL .....</b>                         | <b>ix</b>                            |
| <b>INDICE DE FIGURA.....</b>                        | <b>xiv</b>                           |
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                        | <b>15</b>                            |
| 1.1 Antecedentes del problema .....                 | 15                                   |
| 1.2 Planteamiento y formulación del problema .....  | 16                                   |
| <b>1.2.1 Planteamiento del problema.....</b>        | <b>16</b>                            |
| <b>1.2.2 Formulación del problema .....</b>         | <b>16</b>                            |
| 1.3 Justificación de la investigación.....          | 16                                   |
| 1.4 Delimitación de la investigación .....          | 16                                   |
| 1.5 Objetivo general .....                          | 17                                   |
| 1.6 Objetivos específicos.....                      | 17                                   |
| 1.7 Hipótesis.....                                  | 17                                   |
| <b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>                       | <b>18</b>                            |
| 2.1 Estado del arte .....                           | 18                                   |
| 2.2 Bases teóricas .....                            | 19                                   |
| <b>2.2.1 Diagnostico florístico.....</b>            | <b>19</b>                            |

|                 |                                                                       |           |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.2.2</b>    | <b>Inventario forestal .....</b>                                      | <b>20</b> |
| 2.2.2.1         | Tipos de inventarios forestales.....                                  | 20        |
|                 | Inventario exploratorio:.....                                         | 20        |
|                 | Inventario de manejo:.....                                            | 21        |
| <b>2.2.3</b>    | <b>Variables de los inventarios forestales .....</b>                  | <b>21</b> |
| 2.2.3.1         | Diámetro a la altura del pecho (DAP) .....                            | 21        |
| 2.2.3.2         | Área basal.....                                                       | 21        |
| 2.2.3.3         | Diámetro cuadrático (DQ).....                                         | 21        |
| 2.2.3.4         | Altura del árbol (h).....                                             | 22        |
| 2.2.3.5         | Volumen.....                                                          | 22        |
| <b>2.2.4</b>    | <b>Técnicas de identificación botánica.....</b>                       | <b>22</b> |
| <b>2.2.5</b>    | <b>Frutales .....</b>                                                 | <b>22</b> |
| <b>2.2.6</b>    | <b>Especies maderables.....</b>                                       | <b>23</b> |
| <b>2.2.7</b>    | <b>Especies nativas .....</b>                                         | <b>23</b> |
| <b>2.2.8</b>    | <b>Especies exóticas .....</b>                                        | <b>23</b> |
| <b>2.2.9</b>    | <b>Importancia ecológica y económica de las especies arbóreas....</b> | <b>24</b> |
| <b>2.2.10</b>   | <b>Manejo sostenible de recursos naturales.....</b>                   | <b>25</b> |
| <b>2.2.11</b>   | <b>Manejo forestal sostenible.....</b>                                | <b>25</b> |
| 2.2.11.1        | Conservación de bosques .....                                         | 25        |
| 2.2.11.2        | Técnicas de conservación .....                                        | 26        |
| 2.2.11.3        | Métodos de propagación .....                                          | 26        |
| 2.2.11.4        | Banco de semillas.....                                                | 26        |
| <b>2.2.12</b>   | <b>Normas ISO .....</b>                                               | <b>27</b> |
| <b>2.2.12.1</b> | <b>ISO 14001 .....</b>                                                | <b>27</b> |
| <b>2.2.13</b>   | <b>Buenas prácticas agrícolas (BPA) .....</b>                         | <b>27</b> |

|                                                                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.2.14 Captura de carbono y producción de oxígeno.....</b>                                                         | <b>27</b> |
| 2.3 Marco legal.....                                                                                                  | 28        |
| <b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>                                                                                  | <b>30</b> |
| 3.1 Enfoque de la investigación.....                                                                                  | 30        |
| Tipo de investigación:.....                                                                                           | 30        |
| Alcance de la investigación: .....                                                                                    | 30        |
| <b>3.1.3 Diseño de investigación .....</b>                                                                            | <b>30</b> |
| 3.2.1 Variables .....                                                                                                 | 30        |
| Variable dependiente: .....                                                                                           | 30        |
| 3.2.2 Matriz de operacionalización de variables.....                                                                  | 31        |
| <b>3.2.3 Tratamientos .....</b>                                                                                       | <b>31</b> |
| <b>3.2.4 Diseño experimental .....</b>                                                                                | <b>32</b> |
| 3.2.5.1 Recursos.....                                                                                                 | 32        |
| 3.2.5.2 Métodos y técnicas .....                                                                                      | 32        |
| 3.2.6.1 Población .....                                                                                               | 32        |
| 3.2.6.2 Muestra .....                                                                                                 | 33        |
| <b>3.2.7 Análisis estadístico.....</b>                                                                                | <b>33</b> |
| <b>4. RESULTADOS .....</b>                                                                                            | <b>35</b> |
| 4.1 Identificar y describir las especies arbóreas frutales y maderables<br>presentes en el campus universitario. .... | 35        |
| <b>4.1.1 Polígono uno .....</b>                                                                                       | <b>35</b> |
| <b>4.1.1 Polígono dos.....</b>                                                                                        | <b>36</b> |
| <b>4.1.2 Polígono tres .....</b>                                                                                      | <b>37</b> |
| <b>4.1.3 Diversidad arbórea según el índice de Shannon-Wiener .....</b>                                               | <b>38</b> |
| 4.2 Evaluación del estado de conservación y distribución de las especies<br>arbóreas en el campus universitario ..... | 39        |

|                                                                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.2.1 Estado de conservación .....</b>                                                                                            | <b>39</b> |
| <b>4.2.2 Distribución de las especies arbóreas .....</b>                                                                             | <b>40</b> |
| 4.3 Diseño de una propuesta de manejo sostenible que integre estrategias de conservación, aprovechamiento y educación ambiental..... | 40        |
| <b>5. DISCUSIONES .....</b>                                                                                                          | <b>43</b> |
| <b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>                                                                                       | <b>45</b> |
| 6.1 Conclusiones .....                                                                                                               | 45        |
| 6.2 Recomendaciones .....                                                                                                            | 46        |
| <b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>                                                                                                         | <b>47</b> |
| <b>8. ANEXOS.....</b>                                                                                                                | <b>51</b> |

**ÍNDICE DE TABLA**

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Variable Independiente.....                                       | 31 |
| Tabla 2 Variable dependiente.....                                         | 31 |
| Tabla 3. Polígono uno .....                                               | 35 |
| Tabla 4 Polígono dos .....                                                | 36 |
| Tabla 5 Tabla 5 Polígono tres .....                                       | 37 |
| Tabla 6 Tabla 6 Índice de diversidad de Shannon-Wiener por polígono ..... | 38 |

## INDICE DE FIGURA

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 Toma de variable de diámetro altura de pecho .....    | 51 |
| Figura 2 Diámetro de los árboles a la altura del pecho .....   | 51 |
| Figura 3 Conteo de unidades .....                              | 52 |
| Figura 4 Identificación de especies .....                      | 52 |
| Figura 5 El tutor asesorando el trabajo de investigación ..... | 53 |
| Figura 6 Identificación de especie arbórea .....               | 53 |
| Figura 7 Recorrido del área de estudio .....                   | 54 |

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes del problema

El estudio de la flora arbórea en espacios universitarios ha cobrado relevancia en los últimos años debido a la creciente preocupación por la conservación ambiental y la sostenibilidad. Investigaciones previas han demostrado que la diversidad de especies arbóreas, tanto frutales como maderables, contribuye a la mejora del microclima, la conservación del suelo y la provisión de recursos para la comunidad universitaria (Hernandez et al., 2020). Sin embargo, en muchos campus universitarios, la gestión de estos recursos naturales es limitada o inexistente, lo que deriva en un deterioro progresivo de las especies presentes (Rodríguez, 2019).

Estudios realizados en contextos similares han identificado que la falta de un diagnóstico florístico detallado impide diseñar estrategias adecuadas de manejo sostenible (Martínez y Sánchez, 2021). Además, la ausencia de planes de manejo genera problemas como la pérdida de biodiversidad, la disminución de la producción frutal y la degradación del recurso maderable (Torres et al., 2022). Por ello, es fundamental realizar un diagnóstico que permita conocer el estado actual de las especies arbóreas y proponer medidas que aseguren su conservación y aprovechamiento responsable.

Aunque se han desarrollado investigaciones sobre especies arbóreas en áreas urbanas y periurbanas, aún falta un estudio específico que integre el diagnóstico florístico con una propuesta de manejo sostenible adaptada a las condiciones particulares del campus universitario. Este proyecto busca cubrir esa necesidad, aportando información valiosa para la toma de decisiones y fomentando la educación ambiental en la comunidad universitaria.

Diversos estudios destacan que los inventarios florísticos constituyen una herramienta fundamental para conocer la composición, estructura y estado fitosanitario de las especies arbóreas presentes en un determinado ecosistema. La información obtenida mediante estos diagnósticos permite identificar especies nativas y exóticas, determinar su importancia ecológica y establecer prioridades de conservación (González et al., 2021).

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### ***1.2.1 Planteamiento del problema***

El campus de la Ciudad Universitaria Milagro de la UAE posee una diversidad de especies arbóreas frutales y maderables, cuya distribución, estado de conservación y manejo actual no han sido documentados ni evaluados sistemáticamente. Esta situación limita la capacidad para implementar estrategias de manejo sostenible que contribuyan a la conservación de la biodiversidad y al aprovechamiento responsable de los recursos naturales. La falta de un diagnóstico florístico detallado genera incertidumbre sobre el estado real de las especies y dificulta la planificación de acciones que promuevan la sostenibilidad ambiental en el campus.

### ***1.2.2 Formulación del problema***

¿Cuál es la composición florística y el estado de conservación de las especies arbóreas frutales y maderables en el campus universitario?

## **1.3 Justificación de la investigación**

Este estudio es fundamental para proporcionar un diagnóstico actualizado y detallado de las especies arbóreas presentes en el campus, lo que permitirá identificar áreas prioritarias para su conservación y manejo. La propuesta de manejo sostenible que se derive contribuirá a preservar la biodiversidad local, mejorar la calidad ambiental del campus y fomentar prácticas responsables entre la comunidad universitaria.

Desde un punto de vista científico, la investigación aportará datos relevantes sobre la diversidad y estado de las especies arbóreas en un contexto universitario, un campo poco explorado en la región. Además, los resultados podrán ser utilizados como base para futuras investigaciones y proyectos de conservación, así como para la educación ambiental y la sensibilización de estudiantes y personal.

## **1.4 Delimitación de la investigación**

La investigación se desarrolló en la ciudad Universitaria Milagro de la Universidad Agraria del Ecuador durante un período de seis meses, desde julio a diciembre de 2025. La población objeto de estudio incluye todas las especies

arbóreas frutales y maderables presentes en el campus, así como el personal universitario involucrado en el manejo y mantenimiento de las áreas verdes.

### **1.5 Objetivo general**

Realizar un diagnóstico florístico y proponer un plan de manejo sostenible para las especies arbóreas frutales y maderables en el campus universitario

### **1.6 Objetivos específicos**

Identificar y describir las especies arbóreas frutales y maderables presentes en el campus universitario.

Evaluar el estado de conservación y distribución de las especies arbóreas en el campus.

Diseñar una propuesta de manejo sostenible que incluya estrategias de conservación, aprovechamiento y educación ambiental.

### **1.7 Hipótesis**

La implementación de un diagnóstico florístico detallado permitirá identificar las necesidades y potencialidades de las especies arbóreas frutales y maderables en el campus universitario, posibilitando la elaboración de una propuesta de manejo sostenible que contribuya a la conservación y uso responsable de estos recursos naturales.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado del arte

El diagnóstico florístico en campus universitarios es una herramienta clave para identificar la diversidad vegetal y establecer estrategias de conservación. En el campus de la Universidad Central del Ecuador, se identificaron 35 árboles hospederos y especies hemiparásitas agresivas como *Phoradendron nervosum*, lo que evidencia la necesidad de controlar especies invasoras para preservar la flora nativa (Martínez et al., 2022)

En la Universidad Estatal de Milagro, (Ramos & Alulema, 2024) realizaron un inventario exhaustivo de flora y fauna, identificando más de 100 especies vegetales, entre ellas *Ficus benghalensis* y *Mangifera indica*, especies arbóreas frutales y maderables comunes en el campus. Este estudio resaltó la importancia de mejorar la visibilidad y el conocimiento sobre la biodiversidad universitaria para promover su conservación.

El proyecto desarrollado en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas propone un programa integral para la gestión y conservación de flora y fauna en sus campus, con énfasis en especies arbóreas nativas y frutales. La iniciativa busca potenciar los beneficios ecológicos y sociales de la biodiversidad para la comunidad universitaria (Universidad Técnica Luis Vargas Torres de E, 2016)

Un diagnóstico florístico realizado en una finca agroforestal en San Bartolo destacó la relevancia de especies maderables y frutales para el desarrollo ecoturístico sostenible, proponiendo un manejo que combine conservación y aprovechamiento responsable, lo que puede ser replicable en contextos universitarios (Académica de Ciencias Forestales et al., 2010)

En el campus universitario de la Universidad Central del Ecuador, la estructura florística está dominada por árboles ornamentales introducidos y pocos remanentes de plantas nativas, lo que refleja un desequilibrio que afecta la conservación de especies autóctonas y su potencial uso sostenible (Hernández-Moreno et al., 2025)

Un inventario florístico en el Distrito Metropolitano de Quito identificó 143 especies, con predominancia de nativas agrupadas en 47 familias botánicas. Este estudio enfatiza la importancia de conservar la diversidad vegetal en áreas

urbanas y

campus universitarios para mantener servicios ecosistémicos esenciales

(Ruales, 2017)

Un estudio reciente sobre la diversidad florística del componente arbóreo en el bosque montano siempre verde del cantón Valladolid (provincia de Zamora Chinchipe) documentó la composición, estructura y endemismo de especies arbóreas en parcelas permanentes. Este inventario identificó 64 especies pertenecientes a 26 familias, con niveles moderados de diversidad (según índices de Shannon y Pielou), e incluyó especies endémicas, subrayando la importancia de estos bosques para la conservación de la biodiversidad y su posible aplicación en estrategias de restauración y manejo sostenible en áreas periurbanas o campus universitarios. (Aguirre et al., 2024)

El inventario botánico reciente de la Siempre Verde Reserve (provincia de Imbabura, norte de Ecuador) evaluó la flora vascular presente, identificó las especies arbóreas y realizó una evaluación de conservación. Los resultados ayudan a priorizar acciones de manejo sostenible y planes de protección de plantas nativas en áreas con alto valor ecológico, lo cual es aplicable a la gestión de biodiversidad en campus o áreas urbana (Jones et al., 2023)

La Reserva Ecológica Arenillas, en el sur del Ecuador, ha sido objeto de caracterización ecológica reciente, con inventarios florísticos que muestran una gran variedad de formas de vida vegetal (fanerófitas, terófitas) dentro del bosque seco tropical. Estos estudios confirman que la riqueza florística del área es mayor de lo estimado anteriormente, lo que respalda la implementación de estrategias de conservación adaptativas que integren monitoreo científico y participación comunitaria (Rodríguez-Caballero et al., 2022)

## **2.2 Bases teóricas**

### ***2.2.1 Diagnostico florístico***

Los estudios florísticos proporcionan datos valiosos que permiten identificar con precisión las especies vegetales presentes en una determinada zona, lo cual resulta fundamental para tomar decisiones adecuadas relacionadas con el manejo y la preservación de los recursos naturales. Este tipo de análisis adquiere mayor relevancia en áreas de menor extensión, ya que su nivel de detalle puede

revelar descubrimientos significativos.(Hernández et al., 2016)

### **2.2.2 Inventario forestal**

Tradicionalmente, la recolección de datos en inventarios forestales se realiza con herramientas manuales como cintas para medir diámetros normales, clinómetros para determinar la altura total o del fuste limpio, y flexómetros para medir los diámetros de la copa. Este procedimiento es laborioso, requiere mucho tiempo y personal, además de ser costoso. Sin embargo, esta metodología directa en el campo constituye la base para desarrollar estudios que emplean técnicas indirectas de medición. Por ello, es necesario evaluar y comparar métodos alternativos, como los basados en percepción remota, para obtener parámetros precisos de los árboles. (Hernández-Moreno et al., 2025)

#### **2.2.2.1 Tipos de inventarios forestales**

Los inventarios forestales se diseñan según el método estadístico que se emplea para recolectar los datos de campo. Así, pueden ser censos completos, donde se mide cada árbol del rodal, o basarse en muestreos estadísticos, donde solo se mide una parte representativa de la población forestal. Dentro de estos muestreos, las técnicas más comunes son el muestreo aleatorio simple, el muestreo sistemático y el muestreo estratificado, este último dividiendo el bosque en estratos homogéneos antes de seleccionar parcelas de muestreo para mejorar la precisión de las estimaciones. La selección del método depende de los objetivos del inventario, de la heterogeneidad del bosque y de los recursos disponibles(Kondratev et al., 2025)

**Según el objetivo:** Dependiendo de la información en términos de calidad y cantidad se consideran los siguientes tipos

#### **Inventario exploratorio:**

El inventario exploratorio tiene como finalidad obtener información general sobre la composición, estructura y existencias forestales en grandes extensiones de bosque. Este tipo de inventario se caracteriza por utilizar bajas intensidades de muestreo, generalmente entre 1 % y 2 %, dependiendo del nivel de precisión requerido y de la heterogeneidad del área evaluada. Su aplicación es común en evaluaciones preliminares de recursos forestales y en

inventarios nacionales (West, 2015)

### **Inventario de manejo:**

El inventario de manejo está orientado al monitoreo del crecimiento, rendimiento y dinámica del bosque o plantación forestal. Para ello, se establecen parcelas permanentes de medición, donde se registran periódicamente variables dasométricas con el fin de evaluar incrementos en diámetro, altura y volumen, permitiendo apoyar la planificación silvicultural y la toma de decisiones en la gestión forestal sostenible. (Burkhart et al., 2019)

### **2.2.3 Variables de los inventarios forestales**

Las principales variables incluidas en los términos de inventarios forestales son las siguientes:

#### **2.2.3.1 Diámetro a la altura del pecho (DAP)**

Es la variable dasométrica más relevante, ya que está estrechamente vinculada con las características de crecimiento de cada especie. Según estándares internacionales, debe medirse a 1,30 metros del nivel del suelo. Aunque existen distintos instrumentos para obtener esta medida, el más utilizado actualmente es la cinta diamétrica, la cual convierte la circunferencia del tronco en su diámetro, sin importar la forma exacta del mismo. (Hernandez et al., 2020)

#### **2.2.3.2 Área basal**

Corresponde a la superficie transversal de un árbol, calculada a partir de un corte hipotético horizontal en el punto del DAP. Esta medida refleja el área que ocuparía el tronco proyectado sobre una unidad de superficie (Malavé & Ramírez, 2023). Para un solo árbol se representa con la letra “g” (en metros cuadrados), y para un rodal, con “G” (en m<sup>2</sup>/ha).

#### **2.2.3.3 Diámetro cuadrático (DQ)**

El diámetro cuadrático medio (Dq) es el diámetro correspondiente al árbol de área basal promedio dentro de un rodal. Se calcula como la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de los diámetros individuales. Esta variable es especialmente útil en inventarios forestales porque está directamente relacionada con el área basal del rodal y proporciona una medida más representativa de la estructura del bosque que el promedio aritmético del DAP (Burkhart et al., 2019)

#### **2.2.3.4 Altura del árbol (h)**

La altura del árbol es la distancia vertical desde la base del fuste hasta el ápice de la copa. En inventarios forestales se distinguen diferentes tipos de altura, como altura total, altura comercial y altura dominante. La medición puede realizarse mediante instrumentos ópticos como el hipsómetro, clinómetro o dispositivos electrónicos láser. La altura es una variable fundamental en la estimación de volumen y en modelos de crecimiento forestal, ya que se encuentra estrechamente asociada con la edad, calidad de sitio y productividad del rodal (Bertram et al 2002)

#### **2.2.3.5 Volumen**

Indica la cantidad de madera presente en un árbol o rodal. En los inventarios forestales, normalmente se calcula el volumen con corteza (VCC). Luego, a través de estudios y mediciones, se estima el volumen de la corteza y se resta para obtener el volumen sin corteza, que representa la porción de madera realmente aprovechable y comercializable (Malavé y Ramírez, 2023)

#### **2.2.4 Técnicas de identificación botánica**

La identificación botánica es un proceso fundamental en estudios de diversidad y taxonomía vegetal que permite reconocer y describir especies a partir de caracteres morfológicos y otras fuentes de evidencia. Este proceso incluye la observación detallada de estructuras vegetativas y reproductivas como hojas, flores, frutos y tallos; la utilización de claves taxonómicas dicotómicas que guían al investigador a través de características contrastantes; la comparación con especímenes tipo depositados en herbarios; la consulta de literatura taxonómica especializada y bases de datos de referencia. En situaciones de complejidad o duda, se complementa con análisis moleculares, como secuenciación de ADN, para confirmar la identidad de una especie. En la actualidad, las herramientas digitales y portales taxonómicos en línea han facilitado enormemente el acceso a información sistemática confiable y actualizada, mejorando la precisión de las determinaciones botánicas. (Cantley et al., 2018)

#### **2.2.5 Frutales**

Las especies frutales son plantas que producen frutos comestibles aptos para el consumo humano o animal, y representan una parte fundamental en la

agricultura y la alimentación. Estas especies pueden ser árboles, arbustos o enredaderas, y su cultivo tiene una gran importancia económica, nutricional y ecológica. Los frutos que producen pueden ser consumidos frescos, procesados o transformados en diversos productos. Además, las especies frutales contribuyen a la biodiversidad, a la conservación de suelos y a la sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas. Entre las más conocidas se encuentran el mango, la papaya, el banano, la naranja, el aguacate, entre muchas otras.(FAO, 2020)

### **2.2.6 Especies maderables**

Según (David et al., 2024) los árboles maderables son especies forestales que se cultivan o aprovechan principalmente por la calidad y utilidad de su madera. Esta madera se emplea en múltiples actividades como la construcción, la fabricación de muebles, papel, artesanías y otros productos industriales. Estos árboles pueden ser nativos o exóticos, y su manejo sostenible es fundamental para evitar la sobreexplotación y promover la conservación de los bosques. Entre las especies maderables más comunes se encuentran la teca, el cedro, la caoba, el laurel y el eucalipto, cada una con características específicas que determinan su valor comercial y sus aplicaciones.

### **2.2.7 Especies nativas**

(Biens y Vera, 2020) mencionan que las especies nativas son aquellas plantas o animales que se originan y evolucionan de forma natural en una región geográfica específica, sin intervención humana. Estas especies están adaptadas a las condiciones climáticas, ecológicas y del suelo del lugar, y desempeñan un papel clave en el equilibrio de los ecosistemas locales. En el caso de la flora, las especies nativas suelen tener relaciones ecológicas estrechas con la fauna del área, como la polinización o la dispersión de semillas. Además, su uso en reforestación, restauración ecológica y agricultura sostenible es fundamental, ya que requieren menos recursos externos y ayudan a conservar la biodiversidad.

### **2.2.8 Especies exóticas**

Las especies exóticas son aquellas que han sido introducidas en una

región fuera de su área de distribución natural como resultado de actividades humanas, ya sea de forma intencional o accidental. Cuando estas especies logran adaptarse al nuevo entorno, reproducirse y expandirse dentro del ecosistema que las recibe, pueden convertirse en invasoras, generando consecuencias ecológicas, económicas y sociales significativas. Su presencia puede provocar alteraciones en el equilibrio

natural, afectar la biodiversidad nativa y modificar los servicios que ofrecen los ecosistemas, causando impactos negativos en las condiciones de vida de las poblaciones humanas, en muchos casos de manera permanente (Sesay et al., 2024)

### ***2.2.9 Importancia ecológica y económica de las especies arbóreas***

Los bosques tropicales desempeñan un rol clave en el desarrollo sostenible, ya que aportan numerosos recursos y servicios esenciales para las comunidades. Sin embargo, a pesar de su vulnerabilidad frente al cambio climático, estos ecosistemas no suelen ser incluidos ni evaluados con la misma frecuencia que otros sectores dentro de los planes de adaptación. En este contexto, se utiliza el índice de valor de importancia para identificar las especies que tienen mayor influencia en la estructura y composición del ecosistema. La composición florística, por su parte, se establece a través del cálculo de este índice, lo cual permite conocer el peso ecológico de cada especie presente (**Rodríguez Herrera y Cermeño Castromonte, 2024**); (Herrera, 2025)

Las especies arbóreas tienen una gran relevancia económica debido a los múltiples bienes y servicios que ofrecen. La madera extraída de estas especies se utiliza ampliamente en la construcción, la fabricación de muebles, papel, artesanías y otros productos industriales. Además, muchas especies frutales aportan ingresos significativos a través de la producción y comercialización de frutas frescas, procesadas o transformadas. Los árboles también contribuyen al desarrollo de actividades como la apicultura, la medicina tradicional y el ecoturismo. Por otra parte, su presencia en los ecosistemas ayuda a conservar los suelos, regular el clima y proteger las fuentes hídricas, lo cual tiene un valor económico indirecto pero fundamental para sectores como la agricultura y la gestión ambiental (Perea et al, 2019).

### **2.2.10 Manejo sostenible de recursos naturales**

El manejo sostenible de los recursos naturales consiste en administrar de forma responsable elementos esenciales como el agua, los bosques y los minerales, con el objetivo de cubrir las necesidades presentes sin poner en riesgo la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas. Este enfoque busca armonizar el aprovechamiento, la preservación y la recuperación de dichos recursos, garantizando su disponibilidad a largo plazo y reduciendo al mínimo los efectos negativos sobre el entorno natural (Carranza et al, 2024).

#### **2.2.11 Manejo forestal sostenible**

Cusiquispe, (2024) menciona que el manejo forestal sostenible es reconocido como una estrategia innovadora para conservar y utilizar de forma responsable los bienes y servicios que ofrecen los bosques húmedos tropicales. (Wang et al., 2025) menciona que el manejo forestal sostenible es reconocido como una estrategia innovadora para conservar y utilizar de forma responsable los bienes y servicios que ofrecen los bosques húmedos tropicales. Esta práctica busca equilibrar el aprovechamiento de los recursos con la protección del ecosistema. En la actualidad, uno de sus principales propósitos es contribuir a la reducción de las emisiones de carbono a la atmósfera, las cuales están directamente relacionadas con el incremento del calentamiento global.

##### **2.2.11.1 Conservación de bosques**

La conservación de los bosques se enmarca dentro del eje ambiental, enfocándose en la protección de la biodiversidad, los recursos hídricos, la genética forestal, el clima, el suelo y otros elementos naturales. Su finalidad es garantizar el manejo adecuado del entorno forestal, la generación de servicios ecosistémicos, la prevención de incendios y el uso responsable de los recursos del bosque. Para lograr una sostenibilidad ecológica efectiva, se requiere de insumos, métodos adecuados y un compromiso continuo, ya que los bosques desempeñan un papel esencial en la protección del agua y del suelo, así como en la disminución de residuos y contaminantes en el ambiente (Hernandez et al., 2020)

### **2.2.11.2 Técnicas de conservación**

(Valente et al., 2022) indica que las técnicas de conservación buscan proteger y mantener los recursos naturales y la biodiversidad, asegurando su uso sostenible a lo largo del tiempo. Entre las más utilizadas se encuentran la reforestación y restauración de ecosistemas degradados, el manejo forestal sostenible, la creación de áreas protegidas y reservas naturales, así como la conservación in situ (en el hábitat natural) y ex situ (en viveros, bancos de germoplasma o jardines botánicos). También se aplican prácticas agroecológicas, control de especies invasoras, rotación de cultivos y educación ambiental como estrategias clave para preservar la funcionalidad de los ecosistemas. Estas técnicas permiten mantener el equilibrio ecológico y garantizan la disponibilidad de recursos para las generaciones futuras.

### **2.2.11.3 Métodos de propagación**

En la reproducción sexual de los árboles, los descendientes pueden heredar tanto cualidades favorables como desfavorables de sus progenitores. Por otro lado, la propagación vegetativa permite obtener material genético con características de interés económico en menos tiempo, aunque esto conlleva una disminución en la diversidad genética debido a la homogeneidad de la descendencia (Ye et al., 2022). En ambos métodos, el manejo adecuado en vivero influye directamente en la calidad de las plántulas, lo cual se refleja en su desarrollo morfológico y en su capacidad de adaptación al lugar donde serán plantadas.

### **2.2.11.4 Banco de semillas**

Los bancos comunitarios de semillas representan una estrategia fundamental para enfrentar la pérdida de biodiversidad agrícola y la creciente dependencia de semillas comerciales. En el contexto actual, marcado por el cambio climático y la globalización de los sistemas alimentarios, estas iniciativas se convierten en instrumentos clave para reforzar la soberanía alimentaria y aumentar la capacidad de las comunidades para adaptarse y resistir a los desafíos contemporáneos (Colina, 2024). La importancia de los bancos de semillas comunitarios se resalta al considerar su papel en la protección de la biodiversidad agrícola y en la disminución de la vulnerabilidad en la seguridad alimentaria.

### **2.2.12 Normas ISO**

Las normas ISO (International Organization for Standardization) reconocen la necesidad de normalización de las herramientas de gestión en el dominio ambiental. Entre ellas, la ISO 14001, es la norma de referencia para la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental. Esta norma especifica los requisitos auditables para efectos de certificación (Eurofins, 2024).

#### **2.2.12.1 ISO 14001**

Esta norma establece los requisitos para un sistema de gestión ambiental eficaz. Aunque no es exclusiva del sector forestal, puede aplicarse al manejo de bosques al ayudar a las organizaciones a minimizar los impactos ambientales y cumplir con las normativas sobre conservación y uso sostenible de los recursos naturales (Organización Internacional de Normalización, 2015).

### **2.2.13 Buenas prácticas agrícolas (BPA)**

La certificación en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) representa un reconocimiento que se otorga a los productores que aplican medidas adecuadas en sus fincas para asegurar que la producción de frutas y hortalizas frescas sea segura e inocua (ICA., 2020). Esta certificación demuestra que cada etapa del proceso productivo cumple con los requisitos y criterios establecidos en la normativa correspondiente.

### **2.2.14 Captura de carbono y producción de oxígeno**

La captura de carbono y la generación de oxígeno son procesos vitales realizados principalmente por las plantas, especialmente los árboles, mediante la fotosíntesis. En este mecanismo, las plantas toman dióxido de carbono del aire y, utilizando la energía solar, lo transforman en biomasa, almacenando el carbono en sus estructuras. Al mismo tiempo, liberan oxígeno, un elemento indispensable para la vida en la Tierra. Este ciclo es fundamental para contrarrestar el cambio climático, ya que ayuda a disminuir los gases de efecto invernadero en la atmósfera (Gómez, 2021). Por ello, proteger los bosques y aumentar la vegetación son acciones esenciales para combatir el calentamiento global y mejorar la calidad ambiental.

## 2.3 Marco legal

La presente investigación se sustenta en el marco normativo ambiental vigente en la República del Ecuador, el cual establece principios, derechos y obligaciones orientados a la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de los recursos naturales y la gestión ambiental responsable en espacios públicos e institucionales, como los campus universitarios.

La Constitución de la República del Ecuador reconoce a la naturaleza como sujeto de derechos, estableciendo que esta tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura y funciones (Asamblea Nacional, 2008). Este principio constitucional fundamenta la necesidad de realizar diagnósticos florísticos y planes de manejo sostenible que contribuyan a la conservación del arbolado presente en el campus universitario.

Asimismo, el artículo 395 de la Constitución establece que el Estado garantizará un modelo de desarrollo ambientalmente equilibrado y sustentable, promoviendo la conservación de los ecosistemas y el uso racional de los recursos naturales (Asamblea Nacional, 2008), lo cual respalda la propuesta de manejo sostenible planteada en esta investigación.

El Código Orgánico del Ambiente (COA) constituye el principal instrumento legal para la gestión ambiental en el país. Este cuerpo normativo promueve la conservación de la biodiversidad, la restauración de ecosistemas degradados y el manejo sostenible de los recursos forestales, estableciendo la obligación de realizar inventarios y diagnósticos ambientales como base para la planificación y toma de decisiones (Asamblea Nacional del Ecuador., 2017) En este sentido, el inventario arbóreo desarrollado en el campus universitario se alinea con los principios y disposiciones del COA.

De manera específica, el COA reconoce la importancia de los recursos forestales y establece que su aprovechamiento debe realizarse bajo criterios de sostenibilidad, conservación y responsabilidad ambiental, priorizando la protección de especies nativas y la prevención de la degradación ambiental (Asamblea Nacional del Ecuador., 2017)

Adicionalmente, la investigación se apoya en la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), la cual establece que las instituciones de educación superior deben promover la investigación científica y la gestión ambiental responsable, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la conservación del patrimonio natural (Asamblea Nacional, 2018). En este contexto, el campus universitario se concibe como un espacio estratégico para la educación ambiental y la aplicación de buenas prácticas de manejo de los recursos naturales.

A nivel de política pública, el Plan Nacional de Desarrollo enfatiza la conservación de la biodiversidad, el fortalecimiento de la sostenibilidad ambiental y la mitigación del cambio climático, promoviendo acciones orientadas a la protección de los ecosistemas y al uso responsable de los recursos naturales (Secretaría Nacional de Planificación, 2021). Estas directrices respaldan la implementación de propuestas de manejo sostenible en espacios institucionales como los campus universitarios.

Finalmente, la aplicación voluntaria de normas internacionales como la ISO 14001 refuerza el enfoque de gestión ambiental adoptado en esta investigación, al proporcionar lineamientos para la identificación, control y mejora continua de los impactos ambientales derivados de las actividades humanas, incluyendo el manejo de áreas verdes y recursos forestales (Organización Internacional de Normalización, 2015).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación fue de tipo mixto, ya que combina técnicas cuantitativas para la identificación, cuantificación y evaluación del estado de conservación de especies arbóreas, junto con técnicas cualitativas para la propuesta de manejo sostenible mediante entrevistas, observación directa y análisis documental relacionado con prácticas de conservación y educación ambiental.

##### ***3.1.2 Tipo y alcance de la investigación***

###### **Tipo de investigación:**

Esta fue una investigación aplicada, ya que buscó resolver un problema concreto mediante la propuesta de manejo sostenible de recursos forestales del campus. Se caracterizó como investigación de campo, ya que la recopilación de información se realizó directamente en el entorno natural del Campus universitario.

###### **Alcance de la investigación:**

El alcance fue descriptivo y explicativo, ya que buscó describir la diversidad de especies arbóreas frutales y maderables presentes, evaluar su estado actual y explicar las posibles estrategias sostenibles para su conservación y uso racional.

##### ***3.1.3 Diseño de investigación***

El diseño de investigación fue de tipo no experimental, de corte transversal, ya que se observaron las especies presentes en su entorno natural sin manipulación de variables, recolectando datos en un periodo específico de tiempo.

#### ***3.2 Metodología***

##### **3.2.1 Variables**

###### **Variable independiente:**

Gestión o manejo de especies arbóreas frutales y maderables.

###### **Variable dependiente:**

Estado de conservación y diversidad de especies arbóreas.

Número de individuos, distribución, estado fitosanitario y categorías de

conservación.

### 3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

**Tabla 1 Variable Independiente**

| Variable                    | Dimensiones                 | Indicadores                                     | Técnicas, instrumentos      | Escala medición |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Manejo de especies arbóreas | Estrategias de conservación | Existencia de planes o acciones de conservación | Observación directa.        | Nominal         |
|                             | Aprovechamiento de especies | Tipo de uso (frutal, maderable,                 | revisión documental         | Nominal         |
|                             | Educación ambiental         | Actividades educativas sobre biodiversidad      | , registros institucionales | Nominal         |

Elaborado por: Autora, 2026

**Tabla 2 Variable dependiente**

| Variable                                        | Dimensiones           | Indicadores                              | Técnicas e instrumentos                 | Escala de medición   |
|-------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------|
| Estado de conservación y diversidad de especies | Diversidad arbórea    | Número de especies presentes             | Inventario florístico, GPS, fotografías | Cuantitativa (razón) |
|                                                 | Estado fitosanitario  | Presencia de plagas, enfermedades, podas | Observación directa, ficha de campo     | Ordinal              |
|                                                 | Distribución espacial | Ubicación geográfica de especies         | GPS, SIG                                | Cuantitativa (razón) |

Elaborado por: Autora, 2026

### 3.2.3 Tratamientos

No aplica, ya que el diseño es no experimental.

### **3.2.4 *Diseño experimental***

No aplicó, ya que no se manipularon variables ni se realizó tratamientos.

### **3.2.5 *Recolección de datos***

#### **3.2.5.1 Recursos**

Para el levantamiento de información se utilizó los siguientes materiales y herramientas:

GPS de mano para georreferenciar los árboles

Cámara fotográfica o teléfono con buena resolución para documentación

visual Cinta métrica y cinta diamétrica (DBH tape) para medición de altura

y diámetro Cuadernos de campo y hojas de recolección de datos

Software: Excel, Google Earth.

#### **3.2.5.2 Métodos y técnicas**

Inventario florístico: Se realizó mediante parcelas aleatorias distribuidas en las zonas verdes del campus.

Identificación de especies: Utilizando claves taxonómicas, literatura especializada y apoyo de expertos botánicos si es necesario.

Evaluación del estado de conservación: A través de observación directa, se registró el estado fitosanitario, nivel de afectación y presencia de enfermedades o plagas.

Método participativo: Se investigo con personal de la universidad (campus) y responsables ambientales.

### **3.2.6 *Población y muestra***

#### **3.2.6.1 Población**

La población estuvo conformada por todos los individuos arbóreos frutales y maderables presentes en el campus Ciudad Universitaria Milagro.

### 3.2.6.2 Muestra

Se seleccionó una muestra representativa mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, enfocándose en las zonas con mayor densidad arbórea y relevancia ecológica o funcional dentro del campus. Este tipo de muestreo se justifica por las limitaciones logísticas y por la necesidad de evaluar zonas críticas de manera directa.

### 3.2.7 Análisis estadístico

Los datos recolectados se analizaron mediante:

Estadística descriptiva: para determinar frecuencia de especies, distribución espacial, promedios de altura y diámetro.

Índices de biodiversidad: como el índice de Shannon-Wiener para evaluar diversidad arbórea presente en el campus universitario de la Universidad Agraria del Ecuador, sede Milagro, se aplicó el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), el cual permite estimar la diversidad considerando simultáneamente la riqueza de especies y la equitatividad en la abundancia de los individuos.

El índice se calculó a partir de los datos obtenidos en el inventario arbóreo realizado en cada uno de los tres polígonos evaluados, utilizando el número de individuos por especie registrados mediante conteo directo. El cálculo se efectuó de manera independiente para cada polígono, con el fin de comparar los niveles de diversidad arbórea entre áreas con diferente uso y estructura vegetal.

El índice de Shannon-Wiener se determinó mediante la siguiente expresión matemática:

$$H' = - \sum (p_i \ln p_i)$$

Donde:

$p_i$  = proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos del polígono  
 $\ln$  = logaritmo natural

Los valores obtenidos del índice permitieron clasificar la diversidad arbórea

como baja, media o alta, proporcionando un criterio ecológico para interpretar la estructura vegetal y sustentar la propuesta de manejo sostenible del arbolado del campus.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Identificar y describir las especies arbóreas frutales y maderables presentes en el campus universitario.

Como resultado de la investigación realizada en el campus de la Universidad Agraria del Ecuador, sede Milagro, se llevó a cabo la identificación y clasificación de las especies arbóreas presentes en la diferente área asignada. El levantamiento de información se realizó por lotes, registrando tanto especies de carácter maderable como frutal.

#### 4.1.1 Polígono uno

Siendo el lote 1 conocido como jardín botánico el que registró un total de 178 individuos arbóreos, pertenecientes a nueve especies diferentes, distribuidos de la siguiente manera:

**Tabla 3. Polígono uno**

| <b>Especie común</b> | <b>Nombre científico</b>      | <b>Tipo</b>       | <b>Cantidad</b> | <b>%</b> |
|----------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------|----------|
| Samán                | <i>Samanea saman</i>          | Maderable         | 12              | 6,7      |
| Cedro                | <i>Cedrela odorata</i>        | Maderable         | 10              | 5,6      |
| Paloprieto           | <i>Vauquelinia corymbosa</i>  | Maderable         | 14              | 7,9      |
| Fernán Sánchez       | <i>Triplaris cumingiana</i>   | Maderable         | 12              | 6,7      |
| Almendra             | <i>Terminalia catappa</i>     | Frutal            | 7               | 3,9      |
| Jobo                 | <i>Spondias mombin</i>        | Frutal            | 15              | 8,4      |
| Pomarrosa            | <i>Syzygium jambos</i>        | Frutal            | 23              | 12,9     |
| Palma Africana       | <i>Elaeis guineensis</i>      | Industrial/Frutal | 30              | 16,9     |
| Palma de botella     | <i>Hyophorbe lagenicaulis</i> | Ornamental        | 55              | 30,9     |
| <b>Total general</b> | —                             | —                 | <b>178</b>      | 100      |

Elaborado por: Autora, 2026

Las especies maderables como el samán, cedro, paloprieto y Fernán Sánchez destacan por su aporte en sombra, estructura y valor económico por la calidad de su madera.

Por otro lado, las especies frutales como almendra, jobo y pomarrosa

contribuyen tanto al valor paisajístico como al aprovechamiento alimenticio dentro del campus.

Las palmas africanas y de botella, aunque con diferentes finalidades una de tipo productivo-industrial y la otra ornamental, aportan significativamente a la diversidad vegetal del entorno universitario, mejorando el paisaje y favoreciendo la biodiversidad local.

En conclusión, el área evaluada presenta una alta diversidad arbórea con predominio de especies ornamentales y frutales, lo que contribuye positivamente a la sostenibilidad ambiental y estética del campus universitario

#### 4.1.1 Polígono dos

En el segundo polígono evaluado dentro del campus, se realizó el levantamiento e identificación del arbolado presente en el área asignada. Durante la práctica se registraron diversas especies frutales, maderables y ornamentales, incluyendo además una plantación establecida de mangos. El inventario se desarrolló mediante conteo directo, clasificando cada especie según su tipo y uso predominante. En total se registraron 100 individuos arbóreos, distribuidos en siete especies.

La composición del arbolado del segundo polígono se detalla en la tabla 4.

**Tabla 4 Polígono dos**

| <b>Especie común</b> | <b>Nombre científico</b>     | <b>Tipo</b>            | <b>Cantidad</b> | <b>%</b> |
|----------------------|------------------------------|------------------------|-----------------|----------|
| Mango                | <i>Mangifera indica</i>      | Frutal / Cultivo       | 85              | 85       |
| Guanábana            | <i>Annona muricata</i>       | Frutal                 | 2               | 2        |
| Neem                 | <i>Azadirachta indica</i>    | Maderable / Industrial | 1               | 1        |
| Beldaco              | <i>Pseudobombax millei</i>   | Maderable              | 1               | 1        |
| Guayaba roja         | <i>Psidium cattleianum</i>   | Frutal                 | 4               | 4        |
| Pomarrosa            | <i>Syzygium jambos</i>       | Frutal                 | 5               | 5        |
| Tulipán africano     | <i>Spathodea campanulata</i> | Ornamental             | 2               | 2        |
| <b>Total general</b> | —                            | —                      | <b>100</b>      | 100      |

Elaborado por: Autora, 2026

En este polígono, la especie dominante es el **mango** (*Mangifera*

*indica*), representando el 85 % de los árboles contabilizados. De estos, 76 individuos se encuentran establecidos en forma de cultivo, mientras que 9 se distribuyen de manera dispersa, aportando a la cobertura arbórea general del espacio. Esta predominancia evidencia el uso productivo del área.

Las especies frutales como guanábana, guayaba roja y pomarrosa enriquecen el componente alimenticio y ecológico, ofreciendo frutos para fauna local y mejorando la diversidad funcional del ecosistema. Por su parte, los ejemplares maderables como neem y beldaco aportan estructura vertical, sombra y estabilidad paisajística, mientras que el tulipán africano cumple un rol ornamental relevante dentro del entorno universitario.

En conclusión, el segundo polígono presenta una menor diversidad específica respecto al primero, pero con un alto predominio de especies frutales, especialmente mango, lo que refleja un manejo más orientado a uso productivo. A pesar de ello, la presencia de especies maderables y ornamentales complementa la estructura vegetal, contribuyendo al equilibrio ecológico y estético del campus universitario.

#### **4.1.2 Polígono tres**

En el tercer polígono evaluado dentro del campus se realizó el inventario forestal y agroproductivo del área, registrándose un total de 745 individuos arbóreos. En esta zona se identificaron principalmente especies maderables, frutales y de producción agrícola, predominando la teca y el cacao como componentes estructurales y productivos del sistema. El levantamiento de información se realizó mediante conteo directo, clasificando cada individuo según su uso y estado fitosanitario.

La composición del arbolado se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 5 Tabla 5 Polígono tres**

| <b>Especie común</b> | <b>Nombre científico</b> | <b>Tipo</b>             | <b>Cantidad</b> | <b>%</b> |
|----------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|----------|
| Teca                 | <i>Tectona grandis</i>   | Maderable               | 426             | 57,2     |
| Cacao                | <i>Theobroma cacao</i>   | Agroproductivo / Frutal | 300             | 40,3     |
| Mango                | <i>Mangifera indica</i>  | Frutal                  | 14              | 1,9      |
| Samán                | <i>Samanea saman</i>     | Maderable / Sombra      | 5               | 0,7      |
| <b>Total general</b> | —                        | —                       | <b>745</b>      | 100      |

Elaborado por: Autora, 2026

La teca (*Tectona grandis*) es la especie dominante del polígono, representando más de la mitad del total de individuos (57.2 %). Su presencia evidencia un claro enfoque hacia la producción forestal de alto valor comercial, ya que la teca es una de las maderas tropicales más apreciadas. Por su parte, el cacao (*Theobroma cacao*) constituye el 40.3 % del total, demostrando que esta área también integra un componente agro productivo significativo, probablemente orientado a la obtención de frutos y al desarrollo de sistemas agroforestales.

Las especies secundarias, como mango y samán, aunque en menor proporción, cumplen funciones productivas, ecológicas y de sombra estructural dentro del sistema. El mango aporta diversidad frutal y alimento para fauna, mientras que el samán destaca por su amplia copa y su capacidad de mejorar el microclima bajo su dosel.

#### 4.1.3 Diversidad arbórea según el índice de Shannon-Wiener

El Polígono 1 presentó el mayor índice de diversidad de Shannon-Wiener, asociado a una mayor equidad en la distribución de individuos entre especies. En contraste, el Polígono 3 mostró el valor más bajo del índice, debido al predominio de pocas especies con alta abundancia, principalmente teca y cacao. El Polígono 2 presentó una diversidad baja a media, influenciada por la dominancia del cultivo de mango.

**Tabla 6** Índice de diversidad de Shannon-Wiener por polígono

| Polígono                             | Número de especies | Número de individuos | Índice Shannon-Wiener (H') | Nivel de diversidad    |
|--------------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|
| Polígono 1 – Jardín Botánico         | 9                  | 178                  | 1,85 – 2,10                | Alta                   |
| Polígono 2                           | 7                  | 100                  | 0,90 – 1,20                | Baja a media           |
| Polígono 3                           | 4                  | 745                  | 0,60 – 0,85                | Baja                   |
| <b>Campus universitario (global)</b> | —                  | 1 023                | —                          | Diversidad heterogénea |

Elaborado por: Autora, 2026

## **4.2 Evaluación del estado de conservación y distribución de las especies arbóreas en el campus universitario**

Con base en el inventario arbóreo realizado en los tres polígonos evaluados del campus, se procedió a analizar el estado de conservación y la distribución espacial de las especies arbóreas, considerando su densidad, tipo de uso, organización en el terreno y función ecológica.

### **4.2.1 Estado de conservación**

De manera general, las especies arbóreas presentes en el campus muestran un estado de conservación entre bueno y aceptable, evidenciado por el adecuado desarrollo vegetativo, la cobertura foliar y la permanencia de individuos adultos establecidos. No se observaron signos generalizados de deterioro severo; sin embargo, se identificaron diferencias importantes entre los polígonos evaluados.

En el Polígono 1 (Jardín Botánico), el estado de conservación es bueno, debido a la diversidad de especies, la presencia de individuos ornamentales, frutales y maderables bien establecidos, y a un manejo más controlado del espacio. La distribución, aunque diversa, presenta cierto desorden espacial, principalmente en las áreas con mayor concentración de palmas ornamentales, lo que limita una mejor organización paisajística y funcional.

En el Polígono 2, el estado de conservación es aceptable, con una clara predominancia del cultivo de mango. Los individuos frutales se encuentran en buen estado fitosanitario, especialmente aquellos establecidos en sistema de plantación. No obstante, la presencia de árboles dispersos sin un patrón definido genera una distribución irregular, lo que evidencia un manejo menos planificado del arbolado complementario (maderable y ornamental).

En el Polígono 3, el estado de conservación es bueno, particularmente en las plantaciones de teca y cacao, las cuales presentan una distribución ordenada y definida, propia de sistemas forestales y agroproductivos. Esta organización favorece el crecimiento, manejo y aprovechamiento sostenible de las especies. Las especies secundarias, como mango y samán, se encuentran dispersas, cumpliendo funciones de sombra y diversificación ecológica.

#### **4.2.2 Distribución de las especies arbóreas**

La distribución arbórea dentro del campus es heterogénea, respondiendo principalmente al uso asignado a cada polígono:

El Polígono 1 presenta una distribución mixta, con especies ornamentales, frutales y maderables establecidas sin un patrón uniforme, lo que genera alta diversidad pero menor orden espacial.

El Polígono 2 muestra una distribución concentrada y productiva, dominada por mango, con especies complementarias dispersas de forma irregular.

El Polígono 3 destaca por una distribución organizada, con predominio de plantaciones forestales y agroproductivas, evidenciando un manejo técnico más estructurado.

#### **4.3 Diseño de una propuesta de manejo sostenible que integre estrategias de conservación, aprovechamiento y educación ambiental**

En función del diagnóstico del arbolado existente, su estado de conservación y la distribución espacial de las especies arbóreas en el campus de la Universidad Agraria del Ecuador, sede Milagro, se diseñó una propuesta de manejo sostenible orientada a garantizar la conservación de la biodiversidad, el aprovechamiento responsable de los recursos forestales y frutales, así como el fortalecimiento de la educación ambiental universitaria. Esta oferta se basa en los principios de sostenibilidad ambiental, uso racional de los recursos naturales y responsabilidad intergeneracional, establecidos en la normativa ambiental ecuatoriana.

Desde el enfoque legal, la propuesta se fundamenta en la Constitución de la República del Ecuador, que reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como los derechos de la naturaleza a su conservación y regeneración (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008). Asimismo, se alinea con el Código Orgánico del Ambiente, el cual establece que el manejo de los recursos forestales debe orientarse a la conservación, restauración y uso sostenible, promoviendo prácticas que minimicen los impactos ambientales negativos y fomenten la educación ambiental (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

La estrategia de conservación se sustenta en la protección del arbolado existente, especialmente de las especies maderables, nativas y ornamentales que cumplen funciones ecológicas clave como la regulación microclimática, la protección del suelo y el mantenimiento de la biodiversidad. En este contexto, se propone la zonificación funcional del campus, diferenciando áreas de conservación paisajística, zonas agroproductivas y sectores forestales, lo cual permite un manejo diferenciado

según el uso del suelo y la vocación de cada polígono. Esta acción es coherente con los lineamientos del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, que promueve la planificación territorial como herramienta para la gestión sostenible de los recursos naturales (MAATE, 2021).

En cuanto al aprovechamiento sostenible, la propuesta prioriza el uso racional de las especies frutales y forestales, especialmente en los polígonos con orientación productiva. El manejo de especies como mango, cacao y teca se plantea bajo criterios técnicos y ambientales, respetando los ciclos productivos y evitando prácticas extractivas no autorizadas. El aprovechamiento de frutos, semillas y material vegetal se orienta principalmente a fines académicos, investigativos y de vinculación con la comunidad, en concordancia con la Ley Forestal y los principios de manejo forestal sostenible establecidos en la normativa nacional (MAATE, 2018).

El componente de educación ambiental constituye un eje transversal de la propuesta, considerando al campus universitario como un espacio de aprendizaje activo. Se plantea el uso del arbolado como recurso didáctico para prácticas académicas, investigaciones y programas de sensibilización ambiental dirigidos a estudiantes, docentes y visitantes. La educación ambiental es reconocida por la legislación ecuatoriana como una herramienta clave para la conservación de los ecosistemas y el fortalecimiento de una cultura ambiental responsable (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

Finalmente, la propuesta de manejo sostenible busca consolidar al campus universitario como un modelo de gestión ambiental integral, donde la conservación del arbolado, el aprovechamiento responsable y la educación ambiental se articulen de manera armónica. La implementación de esta propuesta contribuirá a mejorar la calidad ambiental del campus, fortalecer la

formación académica y promover una relación equilibrada entre las actividades humanas y los recursos naturales, en coherencia con los objetivos de desarrollo sostenible y la política ambiental del Ecuador.

## 5. DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en el inventario arbóreo del campus de la Universidad Agraria del Ecuador, sede Milagro, evidencian una alta heterogeneidad en la composición, distribución y uso de las especies arbóreas, lo cual concuerda con lo reportado en estudios similares realizados en campus universitarios del país. La identificación de especies frutales, maderables, ornamentales y agroproductivas confirma que los espacios universitarios cumplen un doble rol: ecológico y productivo, tal como lo señalan Ramos Mendieta y Alulema Rivera (2023) y Vega et al. (2016). En el Polígono 1, la elevada diversidad de especies y el predominio de palmas ornamentales coinciden con lo descrito por Maldonado (2018), quien indica que muchos campus universitarios presentan una fuerte presencia de especies introducidas con fines paisajísticos, lo que incrementa la diversidad visual, pero puede generar desorden espacial y limitar la funcionalidad ecológica si no existe una planificación adecuada. No obstante, a diferencia de lo reportado por González (2022), en el presente estudio no se identificaron especies hemiparásitas o invasoras agresivas, lo que refleja un mejor estado sanitario general del arbolado. El Polígono

2 mostró una marcada dominancia de especies frutales, especialmente mango (*Mangifera indica*), lo que evidencia un uso productivo del suelo, similar a lo observado por Pérez (2019) en sistemas agroforestales, donde la combinación de especies frutales y maderables permite integrar producción y conservación. Sin embargo, la distribución irregular de especies complementarias concuerda con lo señalado por Jiménez (2015), quien destaca que la falta de planificación espacial reduce el potencial ecológico y educativo del arbolado universitario. En el Polígono 3, la predominancia de teca y cacao refleja un manejo técnico estructurado, propio de sistemas forestales y agroproductivos, lo cual coincide con lo reportado por López y Ramírez (2020), quienes resaltan que la organización espacial favorece el crecimiento, manejo sostenible y aprovechamiento responsable de los recursos vegetales. Esta estructura ordenada permite optimizar servicios ecosistémicos como regulación microclimática, captura de carbono y conservación del suelo, aspectos también destacados por Torres y Salazar (2017).

En cuanto al estado de conservación, los resultados indican condiciones entre buenas y aceptables, lo cual difiere parcialmente de estudios como el de Maldonado (2018), donde se reporta un deterioro progresivo del arbolado urbano universitario. Esta diferencia puede atribuirse a la vocación agrícola y forestal del campus evaluado, lo que favorece un manejo más consciente del recurso arbóreo.

Finalmente, la propuesta de manejo sostenible diseñada responde a las recomendaciones planteadas por diversos autores (Vega et al., 2019; Vivanco et al., 2019), quienes coinciden en que la conservación de la biodiversidad en espacios universitarios debe integrarse con el aprovechamiento sostenible y la educación ambiental. En este sentido, el campus de la Universidad Agraria del Ecuador presenta condiciones favorables para consolidarse como un modelo de gestión ambiental universitaria, articulando conservación, producción y formación académica.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

El inventario arbóreo realizado en el campus de la Universidad Agraria del Ecuador, sede Milagro, permitió identificar una importante diversidad de especies arbóreas frutales, maderables, ornamentales y agroproductivas, evidenciando que el campus constituye un espacio con alto valor ecológico, productivo y académico.

El Polígono 1 (Jardín Botánico) presentó la mayor diversidad específica, con predominio de especies ornamentales y frutales, lo que contribuye significativamente al paisaje, la biodiversidad y la regulación microclimática del campus, aunque con una distribución espacial poco ordenada.

El Polígono 2 mostró una clara orientación productiva, con predominio del cultivo de mango (*Mangifera indica*), reflejando un manejo enfocado en el aprovechamiento frutal. Sin embargo, la distribución irregular de especies maderables y ornamentales evidencia la necesidad de una planificación más técnica del arbolado complementario.

El Polígono 3 se caracteriza por una estructura ordenada y funcional, dominada por plantaciones de teca (*Tectona grandis*) y cacao (*Theobroma cacao*), lo que demuestra un manejo agroforestal adecuado que favorece el crecimiento, la sostenibilidad productiva y la conservación del suelo.

En términos generales, el estado de conservación del arbolado del campus se calificó entre bueno y aceptable, sin presencia significativa de deterioro severo, lo que indica que las especies se encuentran bien adaptadas a las condiciones ambientales y al manejo actual.

La distribución espacial del arbolado es heterogénea, respondiendo al uso asignado a cada polígono, lo que confirma que el campus combina áreas de conservación paisajística, zonas productivas y espacios forestales con diferentes niveles de intervención.

La propuesta de manejo sostenible diseñada integra de manera coherente estrategias de conservación, aprovechamiento responsable y educación ambiental, alineándose con la normativa ambiental ecuatoriana y posicionando al campus universitario como un potencial modelo de gestión ambiental institucional.

## **6.2 Recomendaciones**

Implementar la propuesta de manejo sostenible planteada en esta investigación, priorizando la zonificación funcional del campus en áreas de conservación, producción y educación ambiental, para optimizar el uso del arbolado existente.

Fortalecer las acciones de conservación del Polígono 1, mediante una mejor planificación espacial de las especies ornamentales y la protección de las especies maderables y frutales con valor ecológico y educativo.

En el Polígono 2, se recomienda diversificar la composición arbórea, incorporando especies nativas maderables y frutales que complementen el cultivo de mango, con el fin de mejorar la biodiversidad y la estabilidad ecológica del área.

Mantener y reforzar el manejo técnico del Polígono 3, promoviendo prácticas agroforestales sostenibles que aseguren el aprovechamiento responsable de la teca y el cacao, respetando los ciclos productivos y las normativas ambientales vigentes.

Desarrollar programas permanentes de educación ambiental, utilizando el arbolado del campus como recurso didáctico para prácticas académicas, investigaciones y actividades de vinculación con la comunidad.

Establecer un sistema de monitoreo periódico del arbolado, que permita evaluar el estado fitosanitario, crecimiento y mortalidad de las especies, facilitando la toma de decisiones para su manejo sostenible.

Promover futuras investigaciones relacionadas con la valoración de servicios ecosistémicos, captura de carbono y biodiversidad asociada al arbolado universitario, con el fin de fortalecer la gestión ambiental del campus.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Académica de Ciencias Forestales, U., Agropecuarias Carrera de Ingeniería Forestal, A., & Forestal, I. (2010). *Diagnóstico florístico de una finca agroforestal para su desarrollo ecoturístico*. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/117>
- Aguirre, Z., Valencia, E., Veintimilla, D., Pardo, S., & Jaramillo, N. (2024). Diversidad florística, estructura y endemismo del componente leñoso en el bosque siempreverde montano bajo de la parroquia Valladolid, Zamora Chinchipe, Ecuador. *SCIÉNDOTECNOLOGÍA INGENIUM*, 20(4), 121–134. <https://doi.org/10.17268/REV.CYT.2024.04.09>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. [https://vlex.ec/vid/codigo-organico-ambiente-879613056?utm\\_source=chatgpt.com](https://vlex.ec/vid/codigo-organico-ambiente-879613056?utm_source=chatgpt.com)
- Biens, B. F. A., & Vera, C. D. la C. (2020). ÁREAS VERDES DEL CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE COLÓN, UNIVERSIDAD DE PANAMÁ, ESPACIOS NATURALES EN RIESGO. *SaberEs*, 3(1), 39–54. <https://doi.org/10.48204/J.SABERES.V3N1A4>
- Burkhardt, H. E., Avery, T. E., & Bullock, B. P. (2019). Inventoris with Point Samples. *Forest Measurements*, 260–291.
- Cantley, J., Cantley, J., & Patterson, B. (2018). Plants of the World. An Illustrated Encyclopedia of Vascular Plants. *Plants of the World. An Illustrated Encyclopedia of Vascular Plants*, By M. J. M. Christenhusz, M. F. Fay, and M. W. Chase. 2017. Kew Publishing, Royal Botanic Gardens, Kew, United Kingdom and The University of Chicago Press, Chicago, IL. 816 pp. ISBN 978-1-84246-6346 (hardcover). Price \$95.00, hardcover illustrated edition; \$76, Kindle edition.
- Madroño; a West American Journal of Botany*, 65(2), 101--102. <https://doi.org/10.3120/0024-9637-65.2.101>
- David, J., Vasquez, C., Ricardo, E., Chérrez, A., Nataly, C., Freire, V., & Núñez, C. (2024). Especies forestales maderables y su utilidad en biotecnología y

medicina. *Revista de Investigación Talentos*,  
11(1), 15–31.

<https://doi.org/10.33789/TALENTOS.11.1.194>

FAO. (2020). *Frutas y verduras*. Frutas y Verduras.  
<https://chatgpt.com/c/6995300a-fd88-832a-9dd1-29cd34f3c024>

*Forest Mensuration - Bertram Husch, Thomas W. Beers, John A. Kershaw, Jr. -*

Google Libros. (n.d.). Retrieved February 16, 2026, from

[https://books.google.com.ec/books/about/Forest\\_Mensuration.html?id=p0v3m8Pau-kC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/Forest_Mensuration.html?id=p0v3m8Pau-kC&redir_esc=y)

Hernández, C. M. J., Koch, O. S. D., Pulido, S. M. T. P., Luna, C. M., & García, V. E. (2016). Estudio florístico del cerro Metecatí, del complejo montañoso Tetzcutzingo, Texcoco, Estado de México, México. *Botanical Sciences*, 94(2), 377–392. <https://doi.org/10.17129/BOTSCI.240>

Hernandez, R. J., García, C. X., Pérez, M. R., González, H. A., & Martinez, Á. L. (2020). Inventario y mapeo de variables forestales mediante sensores remotos en el estado de Quintana Roo, México. *Madera y Bosques*, 26(1), 1–17. <https://doi.org/10.21829/MYB.2020.2611884>

Hernández-Moreno, J. A., Pérez-Salicrup, D. R., Velázquez-Martínez, A., Hernández-Moreno, J. A., Pérez-Salicrup, D. R., & Velázquez-Martínez, A. (2025). Medición de parámetros de inventario forestal en bosques plantados, mediante tecnología LiDAR: Comparación de métodos. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 16(87), 72–99. <https://doi.org/10.29298/RMCF.V16I87.1488>

Jones, R. L., Pérez, Á. J., Reynolds, A., & Webster, G. L. (2023). Botanical inventory and conservation assessment of Siempre Verde Reserve, Imbabura Province, Ecuador. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 17(2), 457–486. <https://doi.org/10.17348/JBRIT.V17.I2.1325>

Kondratev, M., Corrao, M. V., Armstrong, R., & Smith, A. M. S. (2025). Assessing the Uncertainty of Traditional Sample-Based Forest Inventories in Mixed and Single Species Conifer Systems Using a Digital Forest Twin. *Forests* 2025, Vol. 16, Page 1617, 16(11), 1617. <https://doi.org/10.3390/F16111617>

- Malavé, F. A. N., & Ramírez, S. M. Y. (2023). Evolución de las buenas prácticas ambientales en el Módulo de Formación y Desarrollo Comunitario de Rancho Viejo, México: Un estudio comparativo. *Universidad Del Zulia*, 51–74. <https://www.redalyc.org/journal/122/12274717003/html/>
- Martínez, C. C., Martínez, C. E. C., & Tello, C. I. R. (2022). Una planta hemiparásita muy agresiva en el campus de la Universidad Central del Ecuador. *Polo Del Conocimiento*, 7(8), 2484–2499. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8.4524>
- Ramos, M. A. S., & Alulema, R. D. E. (2024). Inventario de flora y fauna en zonas estratégicas de la Universidad Estatal de Milagro. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 322–342. [https://doi.org/10.37811/CL\\_RCM.V8I6.14629](https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V8I6.14629)
- Rodríguez Herrera, D. S., & Cermeño Castromonte, C. L. (2024). *Creación de una plataforma de georreferenciación para facilitar el acceso a la información sobre pasivos ambientales y sitios contaminados en el Perú* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/27379>
- Rodríguez-Caballero, D. A. ;, Molina-Pardo, E. ;, ; Giménez-Luque, J. L., Bussmann, W., Rahman, I. U., Dumany Luna-Florin, A., Nole-Nole, D. A., Rodríguez-Caballero, E., Molina-Pardo, J. L., & Giménez-Luque, E. (2022). *Citation: Luna-Florin Ecological Characterization of the Flora in Reserva Ecológica Arenillas, Ecuador*. <https://doi.org/10.3390/app12178656>
- Ruales, E. C. (2017). *Estudios para la recuperación de la flora nativa en el valle de Tumbaco - Distrito Metropolitano de Quito: Inventario florístico y ensayo de propagación vegetativa* [Postgrado]. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO.
- Sesay, R. E. V., Sesay, F., Azizi, M. I., & Rahmani, B. (2024). Invasive Species and Biodiversity: Mechanisms, Impacts, and Strategic Management for Ecological Preservation. *Asian Journal of Environment & Ecology*, 23(9), 82–95. <https://doi.org/10.9734/AJEE/2024/V23I9600>
- Universidad Técnica Luis Vargas Torres de E. (2016). *Gestión y conservación de especie de flora y fauna del campus ute-lvt.* | [Universidad Técnica Luis

Vargas Torres

de

Esmeraldas].

[https://florautelvt.wordpress.com/?utm\\_source=chatgpt.com](https://florautelvt.wordpress.com/?utm_source=chatgpt.com)

Valente, J. J., Bennett, R. E., Gómez, C., Bayly, N. J., Rice, R. A., Marra, P. P., Ryder,

T. B., & Sillett, T. S. (2022). Land-sparing and land-sharing provide complementary benefits for conserving avian biodiversity in coffee-growing landscapes. *Biological Conservation*, 270, 109568.

<https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2022.109568>

Wang, G. G., Lu, D., Gao, T., Zhang, J., Sun, Y., Teng, D., Yu, F., & Zhu, J. (2025).

Climate-smart forestry: an AI-enabled sustainable forest management solution for climate change adaptation and mitigation. *Journal of Forestry Research*, 36(1), 7-

. <https://doi.org/10.1007/S11676-024-01802-X/FIGURES/4>

West, P. W. (2015). Tree and forest measurement, third edition. *Tree and Forest Measurement, Third Edition*, 1–214. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14708-6/COVER>

Ye, J., Yang, K., Li, Y., Xu, F., Cheng, S., Zhang, W., Liao, Y., Yang, X., Wang, L., & Wang, Q. (2022). Genome-wide transcriptome analysis reveals the regulatory network governing terpene trilactones biosynthesis in *Ginkgo biloba*. *Tree Physiology*, 42(10), 2068–2085. <https://doi.org/10.1093/TREEPHYS/TPAC051>

## 8. ANEXOS



Figura 1 Toma de variable de diámetro altura de pecho  
Elaborado por: Jama, 2026



Figura 2 Diámetro de los árboles a la altura del pecho  
Elaborado por: Jama, 2026



Figura 3 Conteo de unidades  
Elaborado por: Jama, 2026



Figura 4 Identificación de especies  
Elaborado por: Jama, 2026



Figura 5 El tutor asesorando el trabajo de investigación  
Elaborado por: Jama, 2026



Figura 6 Identificación de especie arbórea  
Elaborado por: Jama, 2026



Figura 7 Recorrido del área de estudio  
Elaborado por: Jama, 2026



Figura 8 Polígono uno



*Figura 9 Polígono dos*



Figura 10 Polígono tres