



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Diversidad y estado actual del arbolado urbano en las áreas verdes  
municipales de la ciudad de Machala**

**RIVAS FALLAIN JOSE LUIS  
INGENIERO AMBIENTAL**

**APOLO APOLO AMADA ESPERANZA  
INGENIERA AMBIENTAL**

**MACHALA  
2023**



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Diversidad y estado actual del arbolado urbano en las áreas verdes  
municipales de la ciudad de Machala**

**RIVAS FALLAIN JOSE LUIS  
INGENIERO AMBIENTAL**

**APOLO APOLO AMADA ESPERANZA  
INGENIERA AMBIENTAL**

**MACHALA  
2023**



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

**Diversidad y estado actual del arbolado urbano en las áreas verdes  
municipales de la ciudad de Machala**

**RIVAS FALLAIN JOSE LUIS  
INGENIERO AMBIENTAL**

**APOLO APOLO AMADA ESPERANZA  
INGENIERA AMBIENTAL**

**LUNA FLORIN ALEX DUMANY**

**MACHALA  
2023**

# Prueba turnitin 2

*por* Jose Rivas

---

**Fecha de entrega:** 22-feb-2024 05:49p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2300883738

**Nombre del archivo:** tesis\_\_turniting\_prueba\_2.pdf (215.4K)

**Total de palabras:** 4668

**Total de caracteres:** 25024

# Prueba turnitin 2

## INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

2%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante	1%
2	<a href="http://www.minsalud.gov.co">www.minsalud.gov.co</a> Fuente de Internet	<1%
3	<a href="http://cienciaeconomica.blogspot.com">cienciaeconomica.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1%
4	<a href="http://issuu.com">issuu.com</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="http://repository.uniminuto.edu">repository.uniminuto.edu</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://www.promer.org">www.promer.org</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1%
9	DAIMI PERU S.A.C.. "EIA del Proyecto de Prospección Sísmica 2D y Construcción de 12	<1%

## **CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL**

Los que suscriben, RIVAS FALLAIN JOSE LUIS y APOLO APOLO AMADA ESPERANZA, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Diversidad y estado actual del arbolado urbano en las áreas verdes municipales de la ciudad de Machala, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



RIVAS FALLAIN JOSE LUIS

0705570885



APOLO APOLO AMADA ESPERANZA

0750981482

### **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a Dios, por haberme guiado a lo largo de este camino y brindarme fortaleza en los momentos adversos, especialmente por cumplirme aquella petición de Fe.

De manera especial dedico este trabajo de titulación a mi pilar de vida, mi madre, *Amanda Elvira*, sin la ayuda de esa mujer valiente no hubiese podido llegar hasta donde estoy el día de hoy, este logro es por y para usted.

A mis sobrinos *Gerard, Alejandro, Sebastián, Miguel José y Jared*, fueron mi mayor fuente de motivación y superación durante estos años de estudio.

### **Agradecimientos**

Agradezco a Dios, por su infinita misericordia y amor, por guiarme en este largo camino de aprendizaje y cuidarme siempre que viajaba de mi casa a la universidad y viceversa.

A mis padres, por sus valores inculcados y apoyo, especialmente a mi madre *Amanda Elvira*, quien me apoyo sin descansar en todo este tiempo.

A mis hermanos, especialmente a mi hermana *Lisseth Estefanía* quien me apoyo de más en este último año de estudio y a mi hermana *Viviana Marisela* por sus palabras de aliento.

Agradezco a mi compañero de tesis y pareja sentimental, *José Luis*, quien me apoyo durante estos cinco años de estudio. Gracias por tu compañía y paciencia.

Agradezco especialmente al *Ing. Alex Luna*, tutor de tesis, quien supo cómo guiarnos de la mejor manera para poder realizar el trabajo de titulación.

*Amada Esperanza Apolo Apolo*

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo primero a Dios, por darme la oportunidad de cumplir una meta importante que me propuse en la vida. A mis padres, *Luis Rivas* y *Yudi Fallain* quienes a lo largo de mi vida me motivaron a cumplir mis sueños, por su apoyo, sacrificio, esfuerzo y por nunca dejar de creer en mí en los momentos difíciles. A mis hermanas, *Noemí* y *Nathaly* por compartir y apoyarme en las noches de desvelo. Esto es dedicado a cada uno de ustedes y este logro es también suyo.

### **Agradecimientos**

Gracias a Dios, por brindarme vida y sabiduría para la culminación de una meta importante para mi y mi familia. Gracias a mis padres, *Luis Rivas* y *Yudi Fallain* por su sacrificio y apoyo incondicional durante todos estos años de estudio, por brindarme fuerzas en situaciones difíciles y por creer en mí. A mi pareja, *Amada* por ser una excelente compañera de tesis y que supo estar en los momentos buenos y malos de mi vida universitaria. A mi tutor de tesis, *Ing. Alex Luna* por su guía, paciencia y apoyo constante para el desarrollo de este trabajo académico.

*Jose Luis Rivas Fallain*

---

**TABLA DE CONTENIDO**

RESUMEN.....	10
I. INTRODUCCIÓN .....	12
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
A. Antecedentes .....	13
B. Formulación del problema.....	14
III. JUSTIFICACIÓN.....	15
IV. OBJETIVOS .....	16
A. Objetivo general .....	16
B. Objetivos específicos .....	16
V. MARCO TEÓRICO.....	17
A. Arbolado urbano.....	17
B. Servicios ecosistémicos del arbolado urbano .....	17
1) Servicios ecosistémicos de regulación .....	18
2) Servicios ecosistémicos de apoyo.....	18
3) Servicios ecosistémicos culturales.....	18
4) Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento.....	18
C. Especies Introducidas .....	18
D. Especies nativas.....	19
E. Espacio público.....	19
1) Áreas verdes .....	19
2) Parque .....	19
F. Inventario arbóreo .....	19
G. Índices de Biodiversidad .....	20
H. Diámetro altura pecho – Dap.....	20

---

I. Altura .....	20
VI. METODOLOGÍA .....	21
A. Enfoque de la investigación .....	21
B. Delimitación del área de estudio .....	21
C. Materiales y equipos .....	22
1) Materiales de campo .....	22
2) Equipos .....	22
D. Metodología para la elaboración del inventario .....	22
1) Fase de campo .....	23
2) Características dasométricas .....	23
a) Altura.....	23
b) DAP.....	23
c) Diámetro de copa .....	23
E. Metodología para conocer el estado actual del arbolado urbano .....	23
1) Rectitud del fuste .....	24
2) Presencia de insectos y enfermedades. ....	24
3) Plantas parasitas.....	24
4) Raíces descubiertas.....	25
5) Levantamiento de infraestructura .....	25
6) Exigencias sanitarias.....	25
7) Daño humano en los arboles.....	25
8) Interpretación del estado actual .....	26
F. Metodología para identificar las especies .....	26
1) Identificación de especies .....	26
G. Metodología para calcular los índices de biodiversidad .....	27

---

1) Índice de diversidad Shannon (H')	27
2) Índice de diversidad Simpson (S)	28
VII RESULTADOS	29
A. Censo Arbóreo Urbano	29
1) Composición de especies arbóreas	30
2) Características dasométricas	32
3) Proporción de árboles y palmeras	33
4) Estado fitosanitario	34
B. Especies nativas e introducidas	36
C. Índices de diversidad	37
1) Índice de diversidad Shannon	37
2) Índice de diversidad de Simpson	38
VIII. DISCUSIÓN	41
IX. CONCLUSIONES	43
X. RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS	45

## LISTA DE TABLAS

---

TABLA I. CATEGORIA RECTITUD DEL FUSTE .....	24
TABLA II. PRESENCIA DE INSECTOS Y ENFERMEDADES.....	24
TABLA III. PLANTAS PARASITAS.....	24
TABLA IV. RAICES DESCUBIERTAS .....	25
TABLA V. LEVANTAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA.....	25
TABLA VI. EXIGENCIAS SANITARIAS.....	25
TABLA VII. DAÑO HUMANO EN LOS ARBOLES .....	25
TABLA VIII. CLASIFICACION CATEGORIAS ESTADO ACTUAL.....	26
TABLA IX. INTERPRETACIÓN ÍNDICE SHANNON .....	27
TABLA X. INTERPRETACIÓN ÍNDICE SIMPSON.....	28
TABLA XI INVENTARIO ARBOLADO URBANO.....	29
TABLA XII ESPECIES Y FAMILIAS DE LAS AREAS VERDES.....	30
TABLA XIII CARACTERISTICAS DASOMETRICAS POR ESPECIE.....	32
TABLA XIV ESTADO FITOSANITARIO DE LAS AREAS VERDES.....	34
TABLA XV ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON (H').....	37
TABLA XVI INDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON .....	39

---

## LISTA DE FIGURAS

Fig 1. Ubicación del arbolado urbano. ....	17
Fig 2. Beneficios de los servicios ecosistémicos en la infraestructura urbana [18]. ....	18
Fig 3. Áreas verdes urbanas de la ciudad de Machala .....	21
Fig 4. Proporción de árboles y palmeras .....	34
Fig 5. Estado fitosanitario del arbolado urbano .....	36
Fig 6. Origen de especies del arbolado urbano .....	37

---

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Calculo diámetro de copa .....	23
Ecuación 2. Índice Shannon .....	27
Ecuación 3. Índice de dominancia Simpson.....	28
Ecuación 4. Índice de diversidad Simpson.....	28

**SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS**

<b>DAP</b>	Diámetro a la altura de pecho
<b>SE</b>	Servicios ecosistémicos
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>IVU</b>	Índice Verde Urbano
<b>Cm</b>	Centímetros
<b>GAD</b>	Gobierno Autónomo Descentralizado

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo diagnosticar el estado actual del arbolado urbano de las áreas verdes municipales de la ciudad de Machala, en donde se adaptó la metodología de Alejandro Dowhal el cual propone el modelo del inventario arbóreo con 3 variables: ubicación geográfica, características dasométricas y estado fitosanitario. Además, se utilizaron bases de datos como GBIF Y TROPICOS para la identificación de especies nativas e introducidas, finalmente se aplicó los índices de diversidad Shannon y Simpson. El inventario arbóreo se lo realizó en 7 parroquias urbanas, abarcando 33 áreas verdes municipales de Machala, lo cual dio como resultado 2061 individuos arbóreos, los cuales están comprendidos en 50 especies y 21 familias, siendo las especies más representativas *Bucida buceras*, *Phoenix roebelenii*, *Adonidia merrilli* y *Tabebuia rosea* y las familias más representativas son Arecaceae y Fabaceae. Se determinó que de todo el arbolado urbano solo el 16% son especies nativas y el 84% son especies introducidas, siendo identificadas solo 7 especies como nativas, las cuales son: *Tabebuia rosea*, *Ficus obtusifolia*, *Pseudosamanea guachapele*, *Inga edulis*, *Cordia lutea*, *Psidium guajava* y *Annona muricata*. Así mismo, se determinó que el estado fitosanitario del arbolado urbano se encuentra en un 50.42% en una categoría Aceptable.

**Palabras clave** — **Arbolado urbano, áreas verdes, estado fitosanitario, inventario arbóreo, diversidad.**

## ABSTRACT

The objective of this research work was to diagnose the current state of urban trees in the municipal green areas of the city of Machala, where the methodology of Alejandro Dowhal was adapted, which proposes the tree inventory model with 3 variables: geographic location, dasometric characteristics and phytosanitary status. In addition, databases such as GBIF and TROPICOS were used to identify native and introduced species and finally, Shannon and Simpson's diversity indexes were applied. The tree inventory was carried out in 7 urban parishes, covering 33 municipal green areas of Machala, resulting in 2061 tree individuals, which are made up of 50 species and 21 families, the most representative species being *Bucida buceras*, *Phoenix roebelenii*, *Adonidia merrilli* and *Tabebuia rosea* and the most representative families *Arecaceae* and *Fabaceae*. It was determined that of the total number of urban trees only 16% are native species and 84% are introduced species, being identified only 7 species as native, which are: *Tabebuia rosea*, *Ficus obtusifolia*, *Pseudosamanea guachapele*, *Inga edulis*, *Cordia lutea*, *Psidium guajava* and *Annona muricata*. It was also determined that the phytosanitary condition of urban trees is 50.42% in the Acceptable category.

***Keywords* — Urban trees, green areas, phytosanitary status, tree inventory, diversity.**

## I. INTRODUCCIÓN

Los árboles urbanos proporcionan una serie de beneficios, como la optimización de la calidad atmosférica, regula la temperatura y reduce el ruido. Estos también se conocen como servicios ecosistémicos, que son los beneficios que los seres humanos pueden obtener de la naturaleza [1]. El interés del arbolado urbano en una ciudad se debe a los diversos beneficios que ofrece, como una amplia gama de oportunidades recreativas, perspectivas económicas, entre otros aspectos positivos [2].

El acelerado crecimiento de las áreas urbanas ha tenido consecuencias negativas en los espacios naturales, lo cual se ha convertido en un aspecto crucial que limita la sostenibilidad a largo plazo de una ciudad [3]. En las últimas décadas, la ciudad de Machala ha experimentado un crecimiento demográfico importante, en donde se han utilizado los espacios verdes naturales como bosque y manglar, para la construcción de infraestructura urbana. La expansión urbanística representa uno de los problemas más significativos que ha provocado la reducción de áreas verdes naturales existentes dentro del cantón.

Actualmente, en Machala existen espacios verdes urbanos con presencia de especies florísticas, resulta necesario contar con una base de datos que integre las características del individuo, para así mejorar su mantenimiento y que se desarrolle en condiciones óptimas y lograr que brinde servicios ecosistémicos.

La importancia de los inventarios de árboles en entornos urbanos radica en la información o datos detallados que se puede obtener, como el tipo de especie, ubicación, características dasométricas y estado fitosanitario, facilitando la correcta administración de los recursos forestales y la respectiva supervisión [4]. Estos inventarios proporcionan información valiosa para la gestión, planificación y conservación del arbolado en una ciudad.

En el marco de esta investigación se desarrollará un inventario del arbolado urbano de las áreas verdes municipales de la ciudad Machala, en donde se detallará el estado actual de las especies arbóreas y características dasométricas con el propósito de recabar información para generar un banco de datos de parques, plazas y redondeles para mejorar la planificación y gestión del arbolado urbano que permita mejorar el nivel de vida de los habitantes.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las áreas verdes naturales de Machala han disminuido considerablemente durante los últimos años, debido a la expansión urbanística acelerada y la inadecuada planificación territorial generando la deforestación y pérdida de estos espacios naturales. En la actualidad, Machala cuenta con una importante red de espacios públicos verdes, que ofrecen beneficios ambientales para los ciudadanos, sin embargo, no existe un correcto manejo del arbolado urbano perteneciente a las áreas verdes municipales lo que conlleva a la pérdida de servicios ecosistémicos disminuyendo la calidad ambiental y estética de la ciudad. Por lo tanto, se pretende obtener un inventario arbóreo de las áreas verdes municipales que sirva de herramienta para la gestión y cuidado de espacios verdes por parte del municipio.

### *A. Antecedentes*

La expansión urbanística en el mundo está aumentando exponencialmente en los últimos años, se calcula que para el año 2030 la tasa de población urbana alcanzara el 60% [5]. El aumento del desarrollo y construcción de infraestructuras edificadas en las áreas urbanas para satisfacer la demanda de la población, provoca la destrucción de espacios naturales (áreas verdes, suelo y cuerpos hídricos) cambiando la cobertura de suelo [6].

El crecimiento urbano acelerado ha provocado un impacto negativo en el desarrollo adecuado de los espacios verdes urbanos ocasionando una fuerte presión y fragmentación [7]. Durante las últimas dos décadas, las ciudades han adaptado los espacios públicos naturales como entorno artificial para conectar con la naturaleza, por ello la incorporación de zonas verdes en áreas urbanas [8].

La inadecuada planificación territorial en relación a los espacios verdes conlleva a una serie de perturbaciones que afectan el bienestar de la población, los cuales prefieren vivir en un ambiente más verde y seguro. Es decir, la inclusión de las áreas verdes dentro de las ciudades es fundamental ya que brindan diferentes servicios en el aspecto social, cultural y ambiental, considerándose un bien público [9].

En Ecuador, el desconocimiento de parámetros técnicos del arbolado urbano en áreas verdes constituye un problema para su correcta implementación de manejo por lo que aspectos importantes como la distribución ecológica, funcionamiento y la morfología de especies nativas e introducidas, frecuentemente se pasan por alto y representan altos costos para su mantenimiento y control [10].

En la ciudad de Machala, el gobierno local tiene programas de mantenimiento y cuidado del arbolado urbano, pero solo incluyen podas regulares y riego para mantener las áreas verdes. Es fundamental realizar el censo arbóreo que permita diagnosticar el estado actual sanitario, cantidad de árboles y distribución de especies nativas e introducidas, con el fin de tomar medidas correctivas para la planificación sostenible en la gestión de las zonas verdes urbanas de la ciudad.

***B. Formulación del problema***

- ¿Cuál es el estado actual del arbolado urbano en las áreas verdes municipales de la ciudad de Machala?
- ¿Cuál es la cantidad de especies nativas e introducidas en las áreas verdes municipales de la ciudad de Machala?
- ¿Cuáles son los índices de biodiversidad en las áreas verdes municipales de la ciudad de Machala?

### III. JUSTIFICACIÓN

Las áreas verdes actualmente representan un componente importante para el bienestar y condiciones de vida de las personas, no obstante, el índice verde urbano de la ciudad de Machala es inferior a los estándares establecidos por la OMS, lo cual establece que las ciudades tengan un mínimo de 9 metros cuadrados de espacios verdes por cada individuo. Según Morocho y Rodríguez [11] indican que la ciudad de Machala para el año 2022 aproximadamente cuenta con 2,73 m<sup>2</sup> por habitante.

El manejo de inventarios arbóreos son un recurso importante dentro del desarrollo urbanístico de una ciudad, ya que estos proporcionan herramientas útiles con diferentes atributos que permiten conocer, planificar y gestionar las áreas verdes urbanas [12].

La ausencia de información sobre el arbolado urbano en Machala conlleva a una planificación urbana inadecuada, una gestión ineficaz de los recursos naturales, pérdida de áreas verdes y biodiversidad, así como riesgos para la seguridad, pérdida de servicios ecosistémicos, afectación a la salud y la infraestructura urbana.

Bajo este contexto, el propósito de este estudio de investigación es diagnosticar el estado actual del arbolado urbano mediante censos arbóreos, contribuyendo a la generación de información importante del estado fitosanitario, la cantidad y distribución de especies introducidas y nativas en los espacios verdes urbanos de Machala, para que las autoridades pertinentes tengan a disposición instrumentos necesarios que les permita generar procesos de mantenimiento adecuados y gestión apropiada de recursos destinados a las áreas verdes.

## **IV. OBJETIVOS**

### *A. Objetivo general*

Diagnosticar el estado actual del arbolado urbano, mediante levantamiento de información in situ y cartográfico para obtener una base de datos de las áreas verdes municipales de Machala.

### *B. Objetivos específicos*

- Realizar un inventario de las especies arbóreas de la ciudad de Machala.
- Evaluar la cantidad de especies nativas e introducidas de las áreas verdes municipales de Machala.
- Calcular los índices de biodiversidad.

## V. MARCO TEÓRICO

### A. Arbolado urbano

El arbolado urbano se puede considerar como el conjunto de árboles plantados por los gobiernos locales de turno, son recursos públicos que proveen muchos servicios ecosistémicos que favorecen a los habitantes de una ciudad. [13] Algunos beneficios que proporcionan los árboles urbanos son hábitat para la biodiversidad urbana y fortalecen el bienestar tanto físico como mental de los individuos, sin embargo, el arbolado urbano está siendo presionado por diferentes factores como el cambio climático, el desarrollo urbano, plagas y enfermedades [14].



Fig 1. Ubicación del arbolado urbano.

### B. Servicios ecosistémicos del arbolado urbano

De acuerdo a Benegas *et al.* [15], los árboles urbanos proveen diversos servicios ecosistémicos, los cuales hacen referencia a los beneficios que los ecosistemas de manera natural sostienen y satisfacen la existencia humana. Estos beneficios ambientales enfatizan la disminución de la contaminación atmosférica, la atenuación de aguas pluviales, el suministro de hábitats, entre otros [16]. Los ecosistemas prestan diversos servicios y la Evaluación de Ecosistemas del Milenio los clasifica en servicios de regulación, apoyo, culturales y de aprovisionamiento [17].

1) **Servicios ecosistémicos de regulación:** Estos servicios son importantes en los ecosistemas, ayudan a reducir los impactos ambientales tales como la regulación de microclimas, control de la contaminación, prevenir las inundaciones, control de la erosión [17].

2) **Servicios ecosistémicos de apoyo:** El servicio de apoyo juega un papel fundamental en el ecosistema, ya que es el soporte de los demás servicios ecosistémicos, ayuda a que las funciones ecológicas se den correctamente [17].

3) **Servicios ecosistémicos culturales:** Estos servicios hacen referencia a los valores no material, es decir tiene que ver con la belleza paisajística, turismo [17].

4) **Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento:** Son todos los beneficios que los seres humanos obtienen del ecosistema, agua, alimentos, materia prima [17].

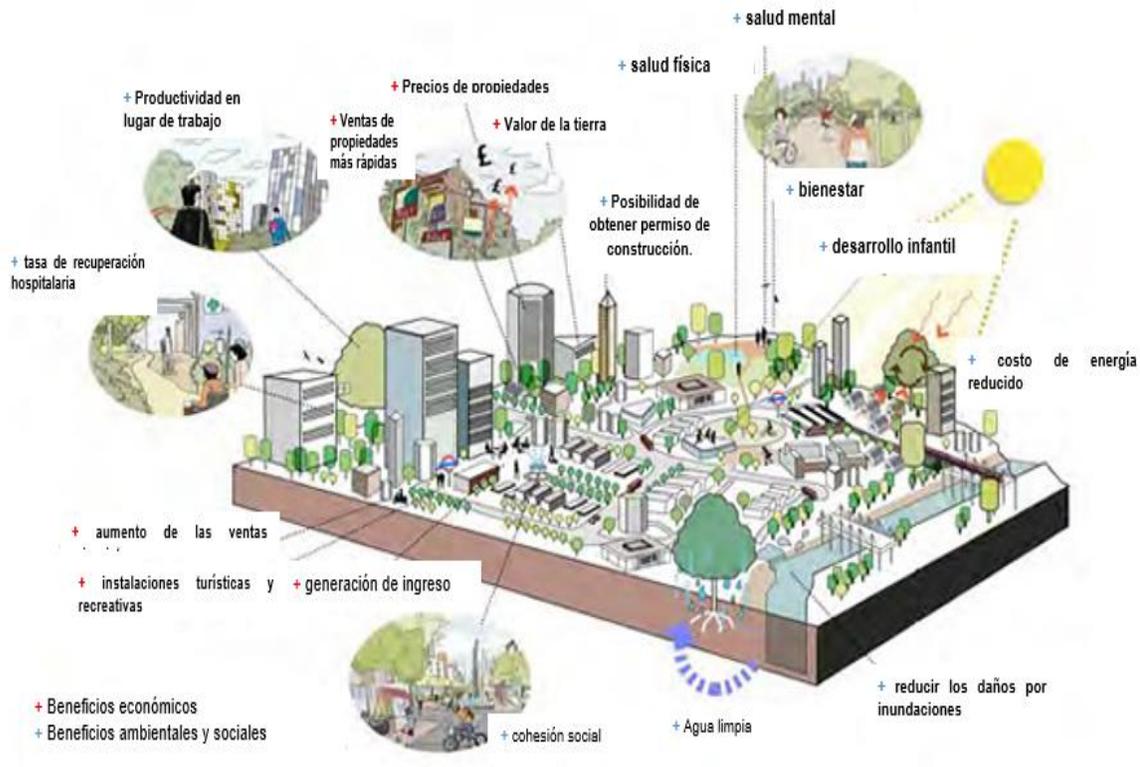


Fig 2. Beneficios de los servicios ecosistémicos en la infraestructura urbana [18].

### C. Especies Introducidas

Según Csontos *et.al.* [19] establece que las especies exóticas se plantan en los entornos urbanos como áreas verdes con fines ornamentales, ofreciendo gran variedad de beneficios al igual que las especies nativas. Así mismo, Gorostieta *et al.* [20] indica que las especies introducidas

también conocidas como especies exóticas, son aquellas especies no nativas que proceden de otro lugar y podrían convertirse en invasoras. Las especies exóticas invasoras resultan ser unos de los principales peligros que pueden afectar el equilibrio de los ecosistemas, causando la extinción de la biodiversidad nativa [21].

#### ***D. Especies nativas***

Una especie nativa también denominada autóctona es aquella que pertenece originariamente a una zona determinada, pero también se la puede encontrar en otras zonas, es decir, no es necesariamente exclusiva del lugar que habita [22].

#### ***E. Espacio publico***

Los espacios verdes públicos son áreas con vegetación demarcados dentro de las ciudades que pueden ser de origen natural o artificial, son considerados bienes públicos por lo que acceden libremente los ciudadanos y comprenden superficies como: parques, avenidas, plazas y bosques [23].

##### ***1) Áreas verdes***

De acuerdo con Park y Guldman [24] indica que las áreas verdes son comprendidas por bosques, arboles, parques públicos, extensiones de terreno agrícolas. Las áreas verdes urbanas contienen todas las zonas accesibles que se encuentran dentro de las ciudades y límites fronterizos, ya sean creados artificialmente o los que existen naturalmente, elevando diversos aspectos que influyen en el bienestar de vida de los habitantes ya que son parte importante del paisaje urbano [25].

##### ***2) Parque***

De acuerdo con Collins [26] los parques urbanos son espacios cubiertos de arbustos, pasto, y árboles, de libre acceso gestionados y administrados para el beneficio de los ciudadanos. Este espacio verde publico aporta beneficios sociales, ambientales y económicos para los habitantes de la ciudad [27].

#### ***F. Inventario arbóreo***

Según Esperon-Rodriguez *et al.* [28] indica que un inventario de árboles es una herramienta de gran utilidad para obtener información sobre los arboles urbanos, que se puede utilizar para una correcta gestión, planificación y ayudar a elevar el nivel de vida de los ciudadanos. La informacion que se obtienen de los inventarios arbóreos abarcan una variedad de parámetros, como, ubicación, especie, estado fitosanitario, altura, diámetro a la altura del pecho, entre otros [29].

Por ende, Ma Bingqian *et al.* [12] señala que los parámetros que se utilicen para los inventarios arbóreos deben ser cuidadosamente seleccionados y relevantes debido a que los inventarios arbóreos son la base fundamental en la gestión del arbolado urbano [30].

### ***G. Índices de Biodiversidad***

Tinio y Sebuala [31] indican que en términos de ecología, los índices de diversidad biológica se usan como una herramienta estadística, que sirve para evaluar la variedad de especies que pueden existir en un mismo ecosistema. Es decir, calculan la cantidad de especies diversas que están presentes y la cantidad de individuos pertenecientes a cada especie.

### ***H. Diámetro altura pecho – Dap***

El diámetro a la altura del pecho es un parámetro importante de los inventarios arbóreos, proporciona información sobre la medida del tamaño de un árbol, el cual se obtiene fácilmente y se recopila con frecuencia. También se puede utilizar el DAP para estimar otros indicadores como el grosor del tronco y crecimiento del árbol [12].

### ***I. Altura***

La altura de un árbol es la distancia que hay desde el nivel del suelo hasta la parte más alta de la copa de forma vertical [32]. Según Krause *et.al.* [33] la altura del árbol es un atributo muy importante de medir ya que sirve como herramienta para evaluar el crecimiento, volumen y biomasa de los árboles.

## VI. METODOLOGÍA

### A. Enfoque de la investigación

La presente investigación se ejecutó bajo un enfoque cuantitativo, el cual permitió recolectar datos relevantes y analizarlos estadísticamente para obtener información detallada sobre la caracterización del arbolado urbano en los espacios verdes municipales de Machala.

### B. Delimitación del área de estudio

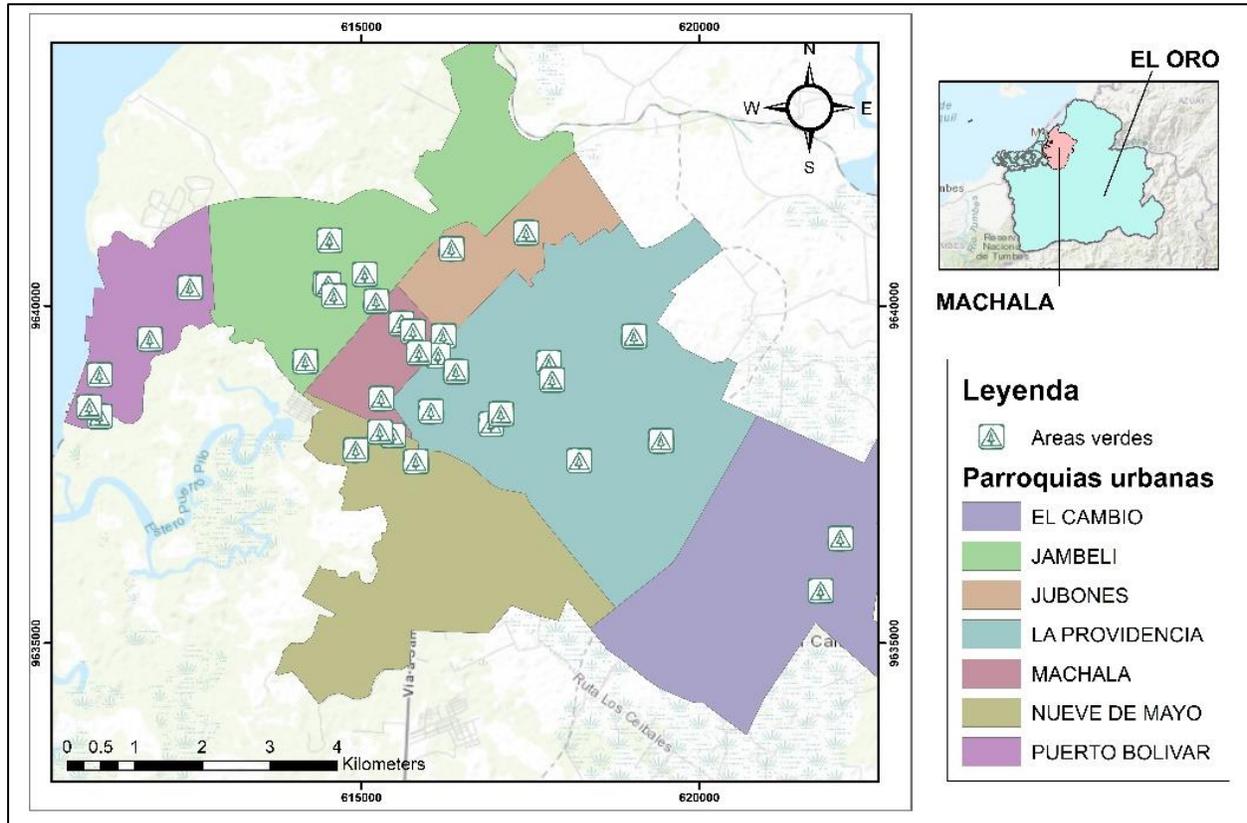


Fig 3. Áreas verdes urbanas de la ciudad de Machala

Elaborado por: Los autores

La presente investigación se realizó en los espacios verdes municipales de Machala que pertenece a la provincia El Oro, cuya área territorial es 37.275,24 hectáreas y cuenta con una población aproximada de 289.141 personas. Machala al norte colinda con el cantón El Guabo; hacia el sur con el cantón Santa Rosa; al este, limita con el cantón Pasaje y al oeste con el Archipiélago de Jambelí. La ciudad de Machala cuenta con 8 parroquias, 7 urbanas y 1 rural [34].

Para este trabajo se tomó en cuenta aquellas áreas verdes de la ciudad comprendidas entre parques, plazas y redondeles que pertenecen a las parroquias urbanas.

### **C. Materiales y equipos**

#### **1) Materiales de campo**

- Cinta diamétrica
- Clinómetro electrónico
- Ficha de datos
- Lapiceros
- Hoja de ruta
- Cámara fotográfica
- GPS – celular

#### **2) Equipos**

- Laptop hp
- Software Excel 2016
- Sistemas de Información Geográficos
- Software Google Earth
- Impresora

### **D. Metodología para la elaboración del inventario**

Para la elaboración del inventario, primero se realizó la identificación de los espacios verdes municipales de Machala, por tanto, se visitó la Subdirección de Gestión Administrativa, Mantenimiento de Bienes y Espacios Públicos, Sección de Áreas Verdes del GAD municipal de la ciudad de Machala, con el fin de obtener información actualizada. Luego, se procedió a realizar una hoja de ruta, ficha de datos y mapa de ubicación con ayuda del software ArcMap 10.3 que nos permitió recolectar la información de una forma ordenada tomando en cuenta la distancia de cada área verde.

Para el inventario arbóreo de la ciudad de Machala se adaptó la metodología de Dowhal [35] en su libro sobre la Arboricultura Urbana, en donde propone el formato del inventario arbóreo y recomienda usar variables como:

- Características dasométricas
- Ubicación Geográfica
- Estado fitosanitario

### ***1) Fase de campo***

Se muestreo las áreas verdes municipales establecidas en la hoja de ruta, en donde con ayuda de materiales de campo se recolectó información como características dasométricas, estado fitosanitario y ubicación geográfica de las especies estudiadas. Para el presente estudio solo se tomó en cuenta palmeras y árboles.

### ***2) Características dasométricas***

#### ***a) Altura***

Para medir la altura de los árboles se utilizó un clinómetro marca Haglof sweden. Para hacer uso de este instrumento primero se realizó una marca en el tallo del árbol a una altura de 2m como referencia, luego se colocó a una distancia donde se pueda visualizar todo el árbol, es decir, desde la base del árbol hasta la copa, se procedió a realizar 3 mediciones que fueron desde la base del árbol, la referencia de 2 m hasta la copa del árbol, obteniendo así la estatura del árbol [36].

#### ***b) DAP***

Para obtener el diámetro altura pecho se utilizó una cinta diamétrica, la cual se la ubico a 1,30 m de altura desde la base del árbol. Solo se tomó en cuenta los árboles con un DAP mayor o igual a 5 cm.

#### ***c) Diámetro de copa***

Se obtuvo el diámetro de copa mediante dos direcciones (Norte – Sur y Este - Oeste) en forma de cruz, por lo que se colocó la cinta métrica en los extremos de proyección de copa y realizaron las mediciones correspondientes, luego se aplicó la siguiente fórmula [37]:

$$DC = \frac{D1 + D2}{2} \quad (1)$$

Ecuación 1. Calculo diámetro de copa

Donde:

DC= Diámetro de copa

D1= Diámetro en dirección N-S

D2= Diámetro en dirección E-O

### ***E. Metodología para conocer el estado actual del arbolado urbano***

Para conocer el estado actual del arbolado urbano se empleó la metodología planteada por Rubatino [38], en la cual indica los parámetro y categorías de calificación para cada individuo

donde presenten algún tipo de afectación en el arbolado urbano. Los parámetros utilizados para calificar a cada individuo arbóreo de las áreas verdes urbanas son:

**1) *Rectitud del fuste:*** Este parámetro hace referencia al grado de perpendicularidad del tronco del árbol.

TABLA I.  
CATEGORIA RECTITUD DEL FUSTE

Código	Categoría
1	Fuste recto
2	Fuste inclinado
3	Fuste muy inclinado

**2) *Presencia de insectos y enfermedades:*** Este parámetro se refiere a los insectos y enfermedades que se pueden encontrar en las hojas, flores, frutos y fuste de los árboles.

TABLA II.  
PRESENCIA DE INSECTOS Y ENFERMEDADES

Código	Categoría
0	No aparente
1	Fuste
2	Hojas
3	Flores
4	Frutos
5	Semillas

**3) *Plantas parasitas:*** Este parámetro se refiere a la presencia de plantas parasitas que se alimentan y nutren de los árboles.

TABLA III.  
PLANTAS PARASITAS

Código	Categoría
1	Presenta
0	No presenta

**4) Raíces descubiertas:** Este parámetro se refiere a la exposición por encima del suelo de las raíces de los árboles.

TABLA IV.  
RAICES DESCUBIERTAS

Código	Categoría
1	Presenta
0	No presenta

**5) Levantamiento de infraestructura:** Este parámetro se refiere al daño de la infraestructura urbana que pueden generar las raíces de los árboles.

TABLA V.  
LEVANTAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA

Código	Categoría
1	Presenta
0	No presenta

**6) Exigencias sanitarias:** Este parámetro se refiere a la implementación de valores para conocer si el árbol presenta poda o no.

TABLA VI.  
EXIGENCIAS SANITARIAS

Código	Categoría
1	Sin poda
0	Con poda

**7) Daño humano en los árboles:** Este parámetro se refiere a la observación de daños realizados por los humanos en los árboles.

TABLA VII.  
DAÑO HUMANO EN LOS ARBOLES

Código	Categoría
0	No aparente

1	Podas mal hechas
2	Quiebre de ramas
3	Heridas en el fuste
4	Clavos u otros materiales enterrados en el fuste
5	Rayado con pintura
6	Cables y/o alambres amarrados al árbol

### 8) Interpretación del estado actual

Una vez terminada la recolección de datos, para poder catalogar el estado fitosanitario del arbolado urbano se pondera con los puntajes establecidos para cada parámetro como se lo muestra en el Anexo 7. La ponderación de los puntajes para poder conocer la categoría en la que se encuentra el estado fitosanitario se determina de la siguiente manera:

TABLA VIII.  
CLASIFICACION CATEGORIAS ESTADO ACTUAL

Código	Categoría	Puntaje
5	Muy bueno	< 2
4	Aceptable	2 a < 5
3	Regular	5 a < 8
2	Malo	8 a < 11
1	Muy malo	≥ 11

## F. Metodología para identificar las especies

### 1) Identificación de especies

En cada uno de los lugares muestreados se fotografió a cada uno de los árboles que se observó, tomando en cuenta todas las características morfológicas de cada especie. Por tratarse de especies en áreas urbanas, siendo en su mayoría introducidas y plantadas por el hombre, la identificación de las mismas se realizó utilizando la aplicación iNaturalist [39], la cual consiste en cargar fotografías de cada especie para luego proceder a identificar.

Una vez identificadas las especies se procedió a hacer uso de GBIF [40] y TROPICOS [41], bases de datos de biodiversidad y flora, las mismas que sirvieron para corroborar y conocer la taxonomía correcta de las especies evaluadas.

Por medio de ambas bases de datos se pudo identificar tanto las especies nativas como introducidas.

Finalizado el levantamiento de información se procedió a transferir los datos obtenidos en campo hacia un formato digital, luego se realizó una base de datos del arbolado urbano municipal que contiene toda la información necesaria.

### ***G. Metodología para calcular los índices de biodiversidad***

Luego de realizar la recolección de datos in situ de los árboles y palmeras presentes en las áreas verdes municipales, se procedió a calcular los índices de biodiversidad alfa, los cuales miden la diversidad de especies presentes en un solo sitio. Estos índices comprenden el índice Shannon-Wiener y el índice Simpson [42].

#### ***1) Índice de diversidad Shannon (H')***

El índice de diversidad Shannon se lo usa comúnmente para cuantificar la riqueza y equidad de una especie dentro de un mismo ecosistema [42]

Para poder calcular este índice se utiliza la siguiente formula:

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i)(\log_n P_i) \quad (2)$$

Ecuación 2. Índice Shannon

#### **Dónde:**

**H** = Índice de la diversidad de la especie

**S** = Numero de especie

**P<sub>i</sub>** = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

**Ln** = Logaritmo natural

Los resultados obtenidos se los interpreta de la siguiente manera:

TABLA IX.  
INTERPRETACIÓN ÍNDICE SHANNON

<b>Rangos</b>	<b>Significado</b>
0 – 1,35	Diversidad baja
1,36 – 3,58	Diversidad media

---

Mayor a 3,5	Diversidad alta
-------------	-----------------

## 2) Índice de diversidad Simpson (S)

El índice de diversidad Simpson indica la probabilidad de que dos individuos tomados aleatoriamente de una muestra pertenezcan a la misma especie [42].

Para poder calcular este índice se utiliza la siguiente formula:

$$\sigma = \sum (Pi)^2 \quad (3)$$

Ecuación 3. Índice de dominancia Simpson

### Dónde:

$\sigma$  = Índice de dominancia

$Pi$  = Proporción de los individuos registrados en cada especie (n/N)

$n$  = Número de individuos de la especie

$N$  = Número total de especies

Entonces el índice de diversidad de Simpson es:

$$\lambda = 1 - \delta \quad (4)$$

Ecuación 4. Índice de diversidad Simpson

### Dónde:

$\lambda$  = Índice de diversidad de Simpson

$\delta$  = Índice de dominancia

Los resultados obtenidos se los interpreta de la siguiente manera:

TABLA X.  
INTERPRETACIÓN ÍNDICE SIMPSON

Valores	Significancia
0 – 0,33	Diversidad baja
0,34 – 0,66	Diversidad media
> 0,67	Diversidad alta

## VII RESULTADOS

### A. Censo Arbóreo Urbano

El censo arbóreo de la ciudad de Machala se lo realizó en siete parroquias urbanas, en donde se identificaron 33 áreas verdes municipales comprendidos entre 27 parques, 4 plazas y 2 redondeles. Se obtuvieron 2.061 individuos en 50 especies, abarcando 21 familias.

La Tabla XI, presenta el total de individuos que se encuentran en cada área verde.

TABLA XI  
INVENTARIO ARBOLADO URBANO

Parroquia	Área verde	Superficie m <sup>2</sup>	N° de Individuos
<b>Puerto Bolívar</b>	Acuático	2396.46	32
	Plaza Barrio Chilla	1382.51	4
	De la Madre	2407.72	17
	Amazonas	2231.84	16
	Simón Bolívar	2453.35	25
<b>Jambelí</b>	Buenos Aires	2025.51	24
	Los Héroes	7263.97	120
	La Juventud	739.50	10
	Lineal	7578.02	135
	Redondel Bolívar Madero Vargas	750.72	8
	Plaza Bolívar Madero Vargas	1729.73	23
	Glorieta – 18 de Octubre	2949.80	29
<b>Jubones</b>	Centenario	6013.10	32
	Plaza Manuel Cabanilla	879.44	3
<b>Machala</b>	Zoila Ugarte	169754.38	1093
	Juan Montalvo	10207.92	77
	De la Páez	884.66	15
	Colon	5554.90	54
	Tanque Rojo	1517.73	13
	De la Madre	1352.60	13
	Ismael Pérez Pazmiño	2866.86	71
<b>Providencia</b>	Ciudadela Unioro	10990.33	32
	Aurora	2091.51	12
	Las Brisas 1	2516.07	39
	Las Brisas 2	1880.45	11
	Rayito de Luz	824.88	14

	Plaza del Ferrocarril	1132.31	7
<b>Nueve de Mayo</b>	Florida 3	1744.90	12
	Picapiedra	2456.70	47
	De la Madre	1070.42	13
	Florida 4	618.19	14
<b>El Cambio</b>	Redondel El Cambio	4797.56	8
	Enrique Castro Aguilar	3537.75	38
<b>TOTAL</b>		265848.87	2061

**Elaborado por:** Los autores

La parroquia La Providencia es la que cuenta con más áreas verdes municipales en la ciudad de Machala, con 7 parques y 1 plaza, dando como resultado 199 individuos. En la parroquia Machala, si bien solo se encuentran 5 áreas verdes, es la que más individuos tiene a diferencia de las otras parroquias, con un total de 1252.

El parque Zoila Ugarte perteneciente a la parroquia Machala es el área verde que comprende la mayor cantidad de individuos arbóreos predominando con 1093, seguido por el parque Lineal con 135 individuos y el parque los Héroeos con 120 individuos, ambas áreas verdes pertenecen a la parroquia Jambelí. Por otro lado, el área verde con menos individuos arbóreos fue la plaza Manuel Cabanilla que pertenece a la Parroquia Jubones con 3 individuos.

### 1) Composición de especies arbóreas

El arbolado urbano de la ciudad de Machala está comprendido por 50 especies que representan a 21 familias. En la Tabla XII, se observa las especies, familias, nombre común, origen y número de individuo que se obtuvieron a través del censo arbóreo de las áreas verdes municipales.

TABLA XII  
ESPECIES Y FAMILIAS DE LAS AREAS VERDES

Familia	Nombre científico Especie	Nombre Común	Origen	Numero de individuo
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacán rosado	Nativa	155
	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Guayacán amarillo	Introducida	24
	<i>Kigelia africana</i>	Árbol de salchichas	Introducida	22
	<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipán africano	Introducida	4
	<i>Crescentia cujete</i>	Totumo	Introducida	1
	<i>Tabebuia heterophylla</i>	Amape trompeta rosa	Introducida	1
<b>Areaceae</b>	<i>Phoenix roebelenii</i>	Palma asiática fénix	Introducida	275
	<i>Dypsis lutescens</i>	Palmera bambú	Introducida	37
	<i>Washingtonia robusta</i>	Palma de abanico mexicana	Introducida	37

	<i>Adonidia merrillii</i>	Palma manila	Introducida	205
	<i>Washingtonia filifera</i>	Washingtonia de california	Introducida	2
	<i>Licuala grandis</i>	Palma de abanico	Introducida	6
	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Palmera pindó	Introducida	23
	<i>Roystonea regia</i>	Palma real	Introducida	10
	<i>Livistona rotundifolia</i>	Palma livistona	Introducida	2
	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	Palma de botella	Introducida	28
	<i>Livistona saribus</i>	Palma asiática	Introducida	7
	<i>Elaeis guineensis</i>	Palma aceitera	Introducida	1
<b>Apocynaceae</b>	<i>Plumeria obtusa</i>	Frangipani blanco	Introducida	3
	<i>Nerium oleander</i>	Laurel flor blanca	Introducida	5
	<i>Plumeria pudica</i>	Florón	Introducida	7
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Mangifera indica</i>	Mango	Introducida	23
	<i>Anacardium occidentale</i>	Marañón	Introducida	1
<b>Moraceae</b>	<i>Ficus benjamina</i>	Ficus verde	Introducida	35
	<i>Ficus obtusifolia</i>	Amate	Nativa	1
<b>Fabaceae</b>	<i>Delonix regia</i>	Acacia roja	Introducida	19
	<i>Cassia fistula</i>	Luvia de oro asiática	Introducida	7
	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	Introducida	2
	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Acacia guachapele	Nativa	1
	<i>Vachellia nilotica</i>	Acacia nilotica	Introducida	32
	<i>Samanea saman</i>	Samán	Introducida	16
	<i>Inga edulis</i>	Guaba	Nativa	1
	<i>Ceratonia siliqua</i>	Algarrobo	Introducida	2
	<i>Cassia grandis</i>	Carao	Introducida	1
<b>Combretaceae</b>	<i>Bucida buceras</i>	Olivo negro	Introducida	983
	<i>Terminalia catappa</i>	Almendra	Introducida	6
<b>Strelitziaceae</b>	<i>Ravenala madagascariensis</i>	Palma del viajero	Introducida	1
<b>Sapindaceae</b>	<i>Filicium decipiens</i>	Felicio	Introducida	12
<b>Phyllanthaceae</b>	<i>Phyllanthus acidus</i>	Grosella	Introducida	2
<b>Clethraceae</b>	<i>Clethra mexicana</i>	Mamojuaxtle	Introducida	1
<b>Meliaceae</b>	<i>Azadirachta indica</i>	Neem	Introducida	38
<b>Lauraceae</b>	<i>Persea americana</i>	Aguacate	Introducida	1
<b>Podocarpaceae</b>	<i>Halocarpus bififormis</i>	Pino amarillo	Introducida	2
<b>Cordiaceae</b>	<i>Cordia lutea</i>	Muyuyo	Nativa	1
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Nativa	5
<b>Rosaceae</b>	<i>Prunus cerasus</i>	Cereza	Introducida	2
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Bougainvillea glabra</i>	Bugambilia	Introducida	1
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona muricata</i>	Guanábana	Nativa	1
<b>Rutaceae</b>	<i>Murraya paniculata</i>	Chamorro	Introducida	1
<b>Cupressaceae</b>	<i>Cupressus sempervirens</i>	Pino vela	Introducida	8

Elaborado por: Los autores

En la tabla anterior, se observa que la familia Arecaceae presenta 12 especies, por lo que destacan la *Phoenix roebelenii* con 275 individuos y la *Adonidia merrillii* con 205 individuos. La familia Fabaceae cuenta con 8 especies, las más representativas son la *Vachellia nilotica* con 32 individuos, *Samanea Saman* con 16 individuos y *Delonix Regia* con 19 individuos. Por otro lado, la familia Combretaceae solo presenta dos especies, *Terminalia catappa* con 6 individuos y *Bucida buceras* con 983 individuos, es decir, contiene una mayor cantidad de individuos pese a tener pocas especies.

## 2) Características dasométricas

La Tabla XIII presenta de manera detallada las características dasométricas de las especies arbóreas identificadas en cada área verde. Se realizó un promedio para cada especie con respecto al DAP, altura y diámetro de copa.

TABLA XIII  
CARACTERISTICAS DASOMÉTRICAS POR ESPECIE

Nombre científico Especie	Nombre Común	Numero de individuo	DAP (Ø)	Altura (m)	Diámetro de copa (m)
<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacán rosado	155	17.25	3.83	3.35
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Guayacán amarillo	24	30.1	6.3	5.6
<i>Kigelia africana</i>	Árbol de salchichas	22	32.5	9.07	9.43
<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipán africano	4	36.2	5.25	4.82
<i>Crescentia cujete</i>	Totumo	1	39.5	7.5	10.53
<i>Tabebuia heterophylla</i>	Amape trompeta rosa	1	28.4	4.8	5.72
<i>Phoenix roebelenii</i>	Palma asiática fénix	275	11.7	2.4	2.1
<i>Dypsis lutescens</i>	Palmera bambú	37	9.4	4.3	2.5
<i>Washingtonia robusta</i>	Palma de abanico mexicana	37	31.2	6.8	3.8
<i>Adonidia merrillii</i>	Palma manila	205	14.9	6.8	2.7
<i>Washingtonia filifera</i>	Washingtonia de california	2	36.9	3.35	2.375
<i>Licuala grandis</i>	Palma de abanico	6	12.30	2.29	2.01
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Palmera pindó	23	24.19	4.06	3.25
<i>Roystonea regia</i>	Palma real	10	19	6.19	3.4
<i>Livistona rotundifolia</i>	Palma livistona	2	15.6	3.13	1.765
<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	Palma de botella	28	34.82	4.09	2.89
<i>Livistona saribus</i>	Palma asiática	7	19.23	14.31	2.53
<i>Elaeis guineensis</i>	Palma aceitera	1	75.3	2.65	3.82
<i>Plumeria obtusa</i>	Frangipani blanco	3	19.2	3.4	5.18
<i>Nerium oleander</i>	Laurel flor blanca	5	11.2	2.4	2.5
<i>Plumeria pudica</i>	Florón	7	12.70	2.37	2.07
<i>Mangifera indica</i>	Mango	23	29.09	6.32	7.40

<i>Anacardium occidentale</i>	Marañon	1	24.5	2.88	3.57
<i>Ficus benjamina</i>	Ficus verde	35	28.47	4.87	4.99
<i>Ficus obtusifolia</i>	Amate	1	65.5	8.5	6.5
<i>Delonix regia</i>	Acacia roja	19	32.95	6.2	6.07
<i>Cassia fistula</i>	Luvia de oro asiática	7	32.23	5.49	6.25
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	2	28.55	4.15	4.76
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Acacia guachapele	1	42.5	6.5	6.85
<i>Vachellia nilotica</i>	Acacia nilotica	32	34.94	6.94	8.22
<i>Samanea saman</i>	Samán	16	54.31	15.2	18.92
<i>Inga edulis</i>	Guaba	1	36.5	6.8	14.2
<i>Ceratonia siliqua</i>	Algarrobo	2	22.6	10.5	15
<i>Cassia grandis</i>	Carao	1	23.5	5.3	8.6
<i>Bucida buceras</i>	Olivo negro	983	11.82	5.5	6.07
<i>Terminalia catappa</i>	Almendra	6	25.2	3.99	5.12
<i>Ravenala madagascariensis</i>	Palma del viajero	1	21.3	10	3.5
<i>Filicium decipiens</i>	Felicio	12	24.2	4.32	4.22
<i>Phyllanthus acidus</i>	Grosella	2	24.95	6.2	5.13
<i>Clethra mexicana</i>	Mamojuaxtle	1	22.5	4.5	3.48
<i>Azadirachta indica</i>	Neem	38	30.1	5.76	5.8
<i>Persea americana</i>	Aguacate	1	35.73	5.47	6.46
<i>Halocarpus biformis</i>	Pino amarillo	2	12.9	2.02	1.76
<i>Cordia lutea</i>	Muyuyo	1	15.75	4.38	5.75
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	5	18.82	3.77	4.06
<i>Prunus cerasus</i>	Cereza	2	18.95	3.24	3.05
<i>Bougainvillea glabra</i>	Bugambilia	1	13.5	2.67	2.28
<i>Annona muricata</i>	Guanábana	1	28.5	5.75	4.8
<i>Murraya paniculata</i>	Chamorro	1	17.3	4.68	3.75
<i>Cupressus sempervirens</i>	Pino vela	8	13.2	6.2	0.85

**Elaborado por:** Los autores

La especie *Samanea saman* es la más representativa de todo el inventario por su altura, teniendo una media de 15.2 m, seguido de *Livistona saribus* con una media de 14.2 m, por otro lado, la especie que menos altura representa es *Licuala grandis* con una media de 2.29 m, seguido de *Nerium oleander* con una media de 2.4 m por ser de tipo arbustivas. La altura de las demás especies del inventario se encontraba en un rango intermedio.

### 3) Proporción de árboles y palmeras

El arbolado urbano de la ciudad de Machala está representado por árboles, arbustos y palmeras. Las áreas verdes que formaron parte del censo arbóreo fueron 33, de las cuales se logró identificar 633 palmeras que representan el 30.71% y 1428 árboles que representan el 69.29%.



Fig 4. Proporción de árboles y palmeras

Elaborado por: Los autores

#### 4) Estado fitosanitario

Las categorías que se utilizaron para determinar el estado fitosanitario del arbolado urbano de la ciudad de Machala fueron 5: muy bueno, aceptable, regular, malo y muy malo, las cuales se detallan en la Tabla XIV.

TABLA XIV  
ESTADO FITOSANITARIO DE LAS AREAS VERDES

Área Verde	Nombre del área verde	Total de Individuos	Categoría de Estado Fitosanitario				Estado fitosanitario general
			Muy Bueno	Aceptable	Regular	Malo	
Parque	Tanque Rojo	13	2	7	4	0	Aceptable
Parque	Juan Montalvo	77	43	34	0	0	Muy Bueno
Parque	Los Héroeos	120	5	81	34	0	Aceptable
Parque	Buenos Aires	24	0	11	13	0	Aceptable
Parque	Juventud	10	0	6	4	0	Aceptable
Parque	Simón Bolívar	25	0	11	14	0	Regular
Parque	Acuático	32	0	14	18	0	Regular
Parque	De la Madre, Pto. Bolívar	17	0	15	2	0	Aceptable
Parque	Lineal	135	0	29	103	3	Regular
Parque	De la Madre, Machala	13	0	8	5	0	Aceptable
Parque	Rayito de Luz	14	0	3	11	0	Regular
Parque	De la Páez	15	0	13	2	0	Aceptable

<b>Parque</b>	Ismael Pérez Pazmiño	71	10	45	16	0	Aceptable
<b>Parque</b>	Colón	54	26	27	1	0	Aceptable
<b>Parque</b>	Unioro	32	0	0	24	8	Regular
<b>Parque</b>	Aurora	12	0	5	7	0	Regular
<b>Parque</b>	Brisas 1	39	0	8	29	2	Regular
<b>Parque</b>	Brisas 2	11	0	3	8	0	Regular
<b>Parque</b>	Pica Piedra	47	0	11	29	7	Regular
<b>Parque</b>	De la Madre, Florida	13	0	1	12	0	Regular
<b>Parque</b>	Florida 3	12	0	0	8	4	Regular
<b>Parque</b>	Centenario	32	6	24	2	0	Aceptable
<b>Parque</b>	Zoila Ugarte	1093	205	588	295	5	Aceptable
<b>Parque</b>	18 de Octubre	29	1	20	6	2	Aceptable
<b>Parque</b>	Florida 4	14	0	10	3	1	Aceptable
<b>Parque</b>	Enrique Castro Aguilar	38	5	25	8	0	Aceptable
<b>Parque</b>	Amazonas	16	0	5	11	0	Regular
<b>Plaza</b>	Barrio Chilla	4	0	2	2	0	Aceptable
<b>Plaza</b>	Plaza Bolívar Madero Vargas	23	2	19	2	0	Aceptable
<b>Plaza</b>	Manuel Cabanilla	3	0	0	0	3	Malo
<b>Plaza</b>	Ferrocarril	7	6	1	0	0	Muy Bueno
<b>Redondel</b>	Redondel Bolívar Madero Vargas	8	0	6	2	0	Aceptable
<b>Redondel</b>	El cambio	8	0	7	1	0	Aceptable

**Elaborado por:** Los autores

Los resultados obtenidos del estado fitosanitario del arbolado urbano indican que 18 áreas verdes se encuentran en categoría aceptable, siendo esta categoría la que más predomina, 12 áreas se encuentran en categoría regular, seguido de 2 áreas que se encuentran en categoría muy bueno y una única área que representa una categoría mala. Con respecto a la categoría muy malo, no se muestra en la Tabla XIV debido a que no se registró ningún individuo.

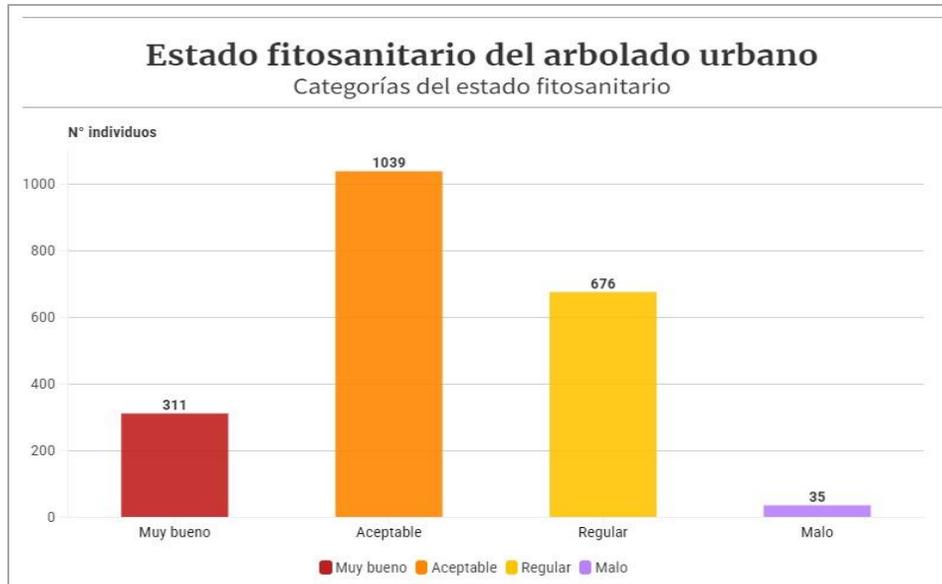


Fig 5. Estado fitosanitario del arbolado urbano

**Elaborado por:** Los autores

En todo el arbolado urbano se registró 311 (15.04%) individuos en un estado muy bueno, 1039 (50.42%) en un estado aceptable, 676 (32.84%) en un estado regular y 35 (1.70%) en estado malo. La mayoría de los individuos arbóreos cuyo estado es muy bueno y aceptable son aquellos que están localizados en la parte central de la ciudad, por lo que tienen un mejor mantenimiento. Sin embargo, los individuos que se encuentran en estado regular y malo son aquellos que están ubicados en zonas alejadas de la parte céntrica, y que requieren mayor mantenimiento.

### ***B. Especies nativas e introducidas***

Con la ayuda de bases de datos como GBIF Y TROPICOS.ORG, se logró identificar 50 especies comprendidas entre árboles y palmeras de los espacios verdes municipales, de las cuales solo 7 son nativas que representan el 14% y 43 especies introducidas que representan el 86%.

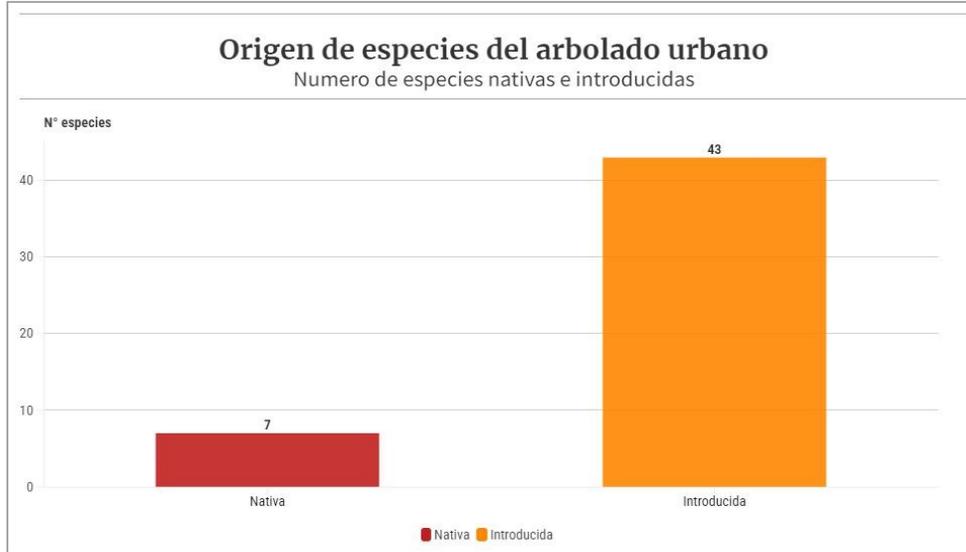


Fig 6. Origen de especies del arbolado urbano

Elaborado por: Los autores

### C. Índices de diversidad

#### 1) Índice de diversidad Shannon

En la tabla XV se presenta el índice de diversidad de Shannon de las especies que se presentaron en los espacios verdes urbanos de Machala.

TABLA XV  
ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON ( $H'$ )

Familia	Nombre científico	Ni	Pi	ln(Pi)	Pi*ln(Pi)
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tabebuia rosea</i>	155	0.0752	-2.5875	-0.1946
	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	24	0.0116	-4.4529	-0.0519
	<i>Kigelia africana</i>	22	0.0107	-4.5399	-0.0485
	<i>Spathodea campanulata</i>	4	0.0019	-6.2447	-0.0121
	<i>Crescentia cujete</i>	1	0.0005	-7.6309	-0.0037
	<i>Tabebuia heterophylla</i>	1	0.0005	-7.6309	-0.0037
<b>Arecaceae</b>	<i>Phoenix roebelenii</i>	275	0.1334	-2.0142	-0.2688
	<i>Dypsis lutescens</i>	37	0.0180	-4.0200	-0.0722
	<i>Washingtonia robusta</i>	37	0.0180	-4.0200	-0.0722
	<i>Adonidia merrillii</i>	205	0.0995	-2.3079	-0.2296
	<i>Washingtonia filifera</i>	2	0.0010	-6.9378	-0.0067
	<i>Licuala grandis</i>	6	0.0029	-5.8392	-0.0170
	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	23	0.0112	-4.4955	-0.0502
	<i>Roystonea regia</i>	10	0.0049	-5.3284	-0.0259
	<i>Livistona rotundifolia</i>	2	0.0010	-6.9378	-0.0067
	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	28	0.0136	-4.2987	-0.0584
	<i>Livistona saribus</i>	7	0.0034	-5.6850	-0.0193
	<i>Elaeis guineensis</i>	1	0.0005	-7.6309	-0.0037
	<b>Apocynaceae</b>	<i>Plumeria obtusa</i>	3	0.0015	-6.5323
<i>Nerium oleander</i>		5	0.0024	-6.0215	-0.0146

	<i>Plumeria pudica</i>	7	0.0034	-5.6850	-0.0193
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Mangifera indica</i>	23	0.0112	-4.4955	-0.0502
	<i>Anacardium occidentale</i>	1	0.0005	-7.6309	-0.0037
<b>Moraceae</b>	<i>Ficus benjamina</i>	35	0.0170	-4.0756	-0.0692
	<i>Ficus obtusifolia</i>	1	0.0005	-7.6309	-0.0037
<b>Fabaceae</b>	<i>Delonix regia</i>	19	0.0092	-4.6865	-0.0432
	<i>Cassia fistula</i>	7	0.0034	-5.6850	-0.0193
	<i>Leucaena leucocephala</i>	2	0.0010	-6.9378	-0.0067
	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1	0.0005	-7.6309	-0.0037
	<i>Vachellia nilotica</i>	32	0.0155	-4.1652	-0.0647
	<i>Samanea saman</i>	16	0.0078	-4.8584	-0.0377
	<i>Inga edulis</i>	1	0.0005	-7.6309	-0.0037
	<i>Ceratonia siliqua</i>	2	0.0010	-6.9378	-0.0067
	<i>Cassia grandis</i>	1	0.0005	-7.6309	-0.0037
<b>Combretaceae</b>	<i>Bucida buceras</i>	983	0.4770	-0.7403	-0.3531
	<i>Terminalia catappa</i>	6	0.0029	-5.8392	-0.0170
<b>Strelitziaceae</b>	<i>Ravenala madagascariensis</i>	1	0.0005	-7.6309	-0.0037
<b>Sapindaceae</b>	<i>Filicium decipiens</i>	12	0.0058	-5.1460	-0.0300
<b>Phyllanthaceae</b>	<i>Phyllanthus acidus</i>	2	0.0010	-6.9378	-0.0067
<b>Clethraceae</b>	<i>Clethra mexicana</i>	1	0.0005	-7.6309	-0.0037
<b>Meliaceae</b>	<i>Azadirachta indica</i>	38	0.0184	-3.9934	-0.0736
<b>Lauraceae</b>	<i>Persea americana</i>	1	0.0005	-7.6309	-0.0037
<b>Podocarpaceae</b>	<i>Halocarpus bififormis</i>	2	0.0010	-6.9378	-0.0067
<b>Cordiaceae</b>	<i>Cordia lutea</i>	1	0.0005	-7.6309	-0.0037
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium guajava</i>	5	0.0024	-6.0215	-0.0146
<b>Rosaceae</b>	<i>Prunus cerasus</i>	2	0.0010	-6.9378	-0.0067
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Bougainvillea glabra</i>	1	0.0005	-7.6309	-0.0037
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona muricata</i>	1	0.0005	-7.6309	-0.0037
<b>Rutaceae</b>	<i>Murraya paniculata</i>	1	0.0005	-7.6309	-0.0037
<b>Cupressaceae</b>	<i>Cupressus sempervirens</i>	8	0.0039	-5.5515	-0.0215
		2061			-2.0606
				-1	<b>2.0606</b>

**Elaborado por:** Los autores

La tabla XV indica que el índice de Shannon obtuvo un valor de 2.061, lo cual representa una diversidad media para Los espacios verdes urbanas de Machala. Las especies con mayor diversidad fueron *Bucida buceras* con 0.353, *Phoenix roebelenii* con 0.268 y *Adonidia merrillii* con 0.229.

## 2) Índice de diversidad de Simpson

En la siguiente tabla XVI, nos detalla el índice de Simpson para las especies que se presentaron en los espacios verdes urbanos de Machala.

TABLA XVI  
INDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON

Familia	Nombre científico	Ni	Pi	Pi <sup>2</sup>	
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Tabebuia rosea</i>	155	0.0752	0.005656	
	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	24	0.0116	0.000136	
	<i>Kigelia africana</i>	22	0.0107	0.000114	
	<i>Spathodea campanulata</i>	4	0.0019	0.000004	
	<i>Crescentia cujete</i>	1	0.0005	0.000000	
	<i>Tabebuia heterophylla</i>	1	0.0005	0.000000	
<b>Arecaceae</b>	<i>Phoenix roebelenii</i>	275	0.1334	0.017804	
	<i>Dypsis lutescens</i>	37	0.0180	0.000322	
	<i>Washingtonia robusta</i>	37	0.0180	0.000322	
	<i>Adonidia merrillii</i>	205	0.0995	0.009894	
	<i>Washingtonia filifera</i>	2	0.0010	0.000001	
	<i>Licuala grandis</i>	6	0.0029	0.000008	
	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	23	0.0112	0.000125	
	<i>Roystonea regia</i>	10	0.0049	0.000024	
	<i>Livistona rotundifolia</i>	2	0.0010	0.000001	
	<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	28	0.0136	0.000185	
	<i>Livistona saribus</i>	7	0.0034	0.000012	
	<i>Elaeis guineensis</i>	1	0.0005	0.000000	
	<b>Apocynaceae</b>	<i>Plumeria obtusa</i>	3	0.0015	0.000002
		<i>Nerium oleander</i>	5	0.0024	0.000006
<i>Plumeria pudica</i>		7	0.0034	0.000012	
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Mangifera indica</i>	23	0.0112	0.000125	
	<i>Anacardium occidentale</i>	1	0.0005	0.000000	
<b>Moraceae</b>	<i>Ficus benjamina</i>	35	0.0170	0.000288	
	<i>Ficus obtusifolia</i>	1	0.0005	0.000000	
<b>Fabaceae</b>	<i>Delonix regia</i>	19	0.0092	0.000085	
	<i>Cassia fistula</i>	7	0.0034	0.000012	
	<i>Leucaena leucocephala</i>	2	0.0010	0.000001	
	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1	0.0005	0.000000	
	<i>Vachellia nilotica</i>	32	0.0155	0.000241	
	<i>Samanea saman</i>	16	0.0078	0.000060	
	<i>Inga edulis</i>	1	0.0005	0.000000	
	<i>Ceratonia siliqua</i>	2	0.0010	0.000001	
	<i>Cassia grandis</i>	1	0.0005	0.000000	
<b>Combretaceae</b>	<i>Bucida buceras</i>	983	0.4770	0.227484	
	<i>Terminalia catappa</i>	6	0.0029	0.000008	
<b>Strelitziaceae</b>	<i>Ravenala madagascariensis</i>	1	0.0005	0.000000	
<b>Sapindaceae</b>	<i>Filicium decipiens</i>	12	0.0058	0.000034	
<b>Phyllanthaceae</b>	<i>Phyllanthus acidus</i>	2	0.0010	0.000001	
<b>Clethraceae</b>	<i>Clethra mexicana</i>	1	0.0005	0.000000	
<b>Meliaceae</b>	<i>Azadirachta indica</i>	38	0.0184	0.000340	
<b>Lauraceae</b>	<i>Persea americana</i>	1	0.0005	0.000000	
<b>Podocarpaceae</b>	<i>Halocarpus biformis</i>	2	0.0010	0.000001	
<b>Cordiaceae</b>	<i>Cordia lutea</i>	1	0.0005	0.000000	
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium guajava</i>	5	0.0024	0.000006	
<b>Rosaceae</b>	<i>Prunus cerasus</i>	2	0.0010	0.000001	
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Bougainvillea glabra</i>	1	0.0005	0.000000	
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona muricata</i>	1	0.0005	0.000000	
<b>Rutaceae</b>	<i>Murraya paniculata</i>	1	0.0005	0.000000	
<b>Cupressaceae</b>	<i>Cupressus sempervirens</i>	8	0.0039	0.000015	

---

2061	<b>Dominancia</b>	0.263332
	<b>Diversidad</b>	0.736

---

**Elaborado por:** Los autores

La tabla XVI señala que el índice de diversidad Simpson es de 0.736, representando una diversidad alta para los espacios verdes de Machala, dado que el resultado se acerca a 1. Al igual que la tabla V, las especies que predominaron fueron *Bucida buceras*, *Phoenix roebelenii* y *Adonidia merrillii*. Por otro lado, la dominancia de Simpson nos dio un resultado de 0.263.

## VIII. DISCUSIÓN

El censo arbóreo de la ciudad de Machala se lo realizó en 33 áreas verdes urbanas municipales donde se obtuvo un total de 2061 individuos en 50 especies, abarcando 21 familias. Mientras que Cabrera *et al.* [10], en su estudio realizado en la ciudad de Jipijapa, obtuvo para 10 áreas verdes un resultado de 134 individuos en 13 especies concernientes a 10 familias, donde las más relevantes fueron Fabaceae con 3 especies y Myrtaceae con 2. Por otro lado, las familias más representativas del arbolado urbano de Machala fueron: Arecaceae con 12 especies y Fabaceae con 8 especies. Resultados similares obtuvo Gando *et al.* [43] en su investigación acerca de árboles y palmeras en un sector de Guayaquil, donde determinó que la familia con mayor número de especies fueron Fabaceae con 13 y Arecaceae con 4.

Las áreas verdes de la ciudad de Machala presentan 7 especies nativas y 43 especies introducidas, mientras Cabrera *et al.* [10], en la ciudad de Jipijapa obtuvo un resultado de 5 especies nativas y 8 especies introducidas. De igual manera, en 2020, Reyes [44], en su investigación realizada en la zona urbana de Manta, identificó que el arbolado urbano está comprendido en 18 especies nativas y 44 especies introducidas. En comparación con los trabajos antes mencionados, guarda una relación en que las especies introducidas predominan en las áreas verdes, esto se relaciona con Delgado *et al.* [45], quien nos indica que las especies introducidas son más utilizadas por las autoridades de turno debido a que presentan menos riesgos de mortandad y menos recurso para su mantenimiento. Sin embargo, Jang y Woo [46] señalan la importancia de las especies nativas aportando varios beneficios ecosistémicos, por ejemplo, atraen más especies polinizadoras que las especies introducidas, sirven de hábitat para la biodiversidad faunística y ofrecen servicios de regulación ambiental.

Con respecto a la evaluación del estado fitosanitario del arbolado urbano en los espacios verdes urbanos de Machala se determinó que el 50.42% de los individuos se encuentran en categoría Aceptable y el 32.84% se encuentran en categoría regular, estos resultados guardan relación con el estudio realizado por Araujo [47] en el cantón Valencia, el cual indica que el arbolado urbano se encuentra en un 98.34% en categoría Sano o Aceptable y el 1.66% en categoría Regular.

El índice de diversidad Simpson de los espacios verdes urbanos de Machala es 0.736, lo que resulta una diversidad alta, cabe mencionar que hay una diversidad alta pero de especies introducidas ya que representan el 84% de todo el arbolado urbano mientras que solo el 16% son

especies nativas, lo que difiere de Tufiño [48] en su investigación realizado en el arbolado urbano y áreas verdes del cantón Esmeraldas, en donde obtuvo una diversidad media con un valor de 0.63. Por otro lado, el índice de Shannon se obtuvo un valor de 2.06 esto muestra que los espacios verdes de Machala poseen diversidad media, lo que concuerda con Martínez Juárez *et al.* [49], resultando una diversidad media con 2.84, lo que interfiere por Tufiño [48], que indica una diversidad baja en el cantón Esmeraldas con 1.56.

## IX. CONCLUSIONES

- El inventario arbóreo de la ciudad de Machala se lo realizó en 33 áreas verdes urbanas municipales comprendidas entre 27 parques, 4 plazas y 2 redondeles, en donde se obtuvieron 2061 individuos comprendidos en 50 especies y 21 familias, siendo las especies más representativas *tabebuia rosea*, *phoenix robeleinni*, *bucida buceras* y *adonidia merilli*, así mismo sobresaliendo la familia *Arecaceae* y *Fabaceae*.
- Se identificó que el arbolado urbano de Machala cuenta con mayor proporción de árboles que de palmeras. De manera general el estado fitosanitario se encuentra en una categoría Aceptable, en donde se logró observar que las áreas verdes que se localizan en la parte central de Machala cuentan con un mayor mantenimiento, a diferencia de las áreas verdes que están localizadas en las zonas periféricas de la ciudad, las cuales se encuentran descuidadas y requieren mantenimiento.
- El arbolado urbano de la ciudad de Machala está comprendido en 50 especies, en donde 7 especies son nativas y 43 especies introducidas. Las especies nativas que se identificó fueron: *Tabebuia rosea*, *Pseudosamanea guachapele*, *Inga edulis*, *Ficus obtusifolia*, *Codia lutea*, *Psidium guajaya* y *Amona muricata*.
- Se calcularon los índices de biodiversidad de Shannon y Simpson, dando una diversidad media para el índice de Shannon con un valor de 2.06. Así mismo se obtuvo una diversidad alta para el índice de Simpson con un valor de 0.736, lo que nos indica que las áreas verdes cuentan con una distribución equitativa y con variedad de especies. Sin embargo, la diversidad alta se da por la presencia de especies introducidas ya que representan el 84%, mientras que solo el 16% son nativas.

## **X. RECOMENDACIONES**

- Reforestar las áreas verdes urbanas municipales existentes y futuras con especies nativas debido a los múltiples beneficios ambientales que estas ofrecen.
- Realizar un mayor mantenimiento en las áreas verdes que se localizan a las fueros del casco urbano de la ciudad, con el fin de controlar malezas, plagas y enfermedades hacia los individuos arbóreos.
- Sugerir al GAD municipal de Machala realizar un plan de manejo del arbolado urbano, que cuente con las características de cada individuo arbóreo, ubicación geográfica y estado fitosanitario, con el fin de monitorear el mejoramiento de las especies.

## REFERENCIAS

- [1] G. Benito, *El árbol en la ciudad: manual de arboricultura urbana*. Editorial Facultad de Agronomía UBA, 2021. Accedido: 10 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://elibro.net/es/lc/utmachala/titulos/229301?as\\_all=arbolado\\_urbano&as\\_all\\_op=unacent\\_\\_icontains&prev=as](https://elibro.net/es/lc/utmachala/titulos/229301?as_all=arbolado_urbano&as_all_op=unacent__icontains&prev=as)
- [2] L. Alpaidze y J. Salukvadze, «Green in the City: Estimating the Ecosystem Services Provided by Urban and Peri-Urban Forests of Tbilisi Municipality, Georgia», *Forests*, vol. 14, n.º 1, Art. n.º 1, ene. 2023, doi: 10.3390/f14010121.
- [3] L. Xu, K. Fang, Y. Huang, y S. Xu, «Demand Priority of Green Space from the Perspective of Carbon Emissions and Storage», *Sustainability*, vol. 15, n.º 14, Art. n.º 14, ene. 2023, doi: 10.3390/su151411199.
- [4] D. Pacheco-Prado, E. Bravo-López, y L. Á. Ruiz, «Tree Species Identification in Urban Environments Using TensorFlow Lite and a Transfer Learning Approach», *Forests*, vol. 14, n.º 5, Art. n.º 5, may 2023, doi: 10.3390/f14051050.
- [5] M. Chu, J. Lu, y D. Sun, «Influence of Urban Agglomeration Expansion on Fragmentation of Green Space: A Case Study of Beijing-Tianjin-Hebei Urban Agglomeration», *Land*, vol. 11, n.º 2, Art. n.º 2, feb. 2022, doi: 10.3390/land11020275.
- [6] C. Mensah *et al.*, «Impact of urban land cover change on the garden city status and land surface temperature of Kumasi», *Cogent Environ. Sci.*, vol. 6, n.º 1, p. 1787738, ene. 2020, doi: 10.1080/23311843.2020.1787738.
- [7] M. J. Garcia-Garcia, L. Christien, E. García-Escalona, y C. González-García, «Sensitivity of green spaces to the process of urban planning. Three case studies of Madrid (Spain)», *Cities*, vol. 100, p. 102655, may 2020, doi: 10.1016/j.cities.2020.102655.
- [8] W. Zhao *et al.*, «Residents' Preference for Urban Green Space Types and Their Ecological-Social Services in China», *Land*, vol. 11, n.º 12, Art. n.º 12, dic. 2022, doi: 10.3390/land11122239.
- [9] A. C. K. Lee, H. C. Jordan, y J. Horsley, «Value of urban green spaces in promoting healthy living and wellbeing: prospects for planning», *Risk Manag. Healthc. Policy*, vol. 8, pp. 131-137, ago. 2015, doi: 10.2147/RMHP.S61654.
- [10] C. A. Cabrera Verdesoto, C. J. Ponce Macías, C. Cantos Cevallos, J. J. Morán Morán, y R. P. Cabrera Verdesoto, «ÁREAS VERDES Y ARBOLADO EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN JIPIJAPA», *Cienc. Tecnol.*, vol. 13, n.º 2, dic. 2020, doi: 10.18779/cyt.v13i2.392.
- [11] E. A. P. Morocho y B. H. Rodríguez Ortega, «ANÁLISIS DEL ÍNDICE VERDE URBANO Y CRECIMIENTO DE LA CIUDAD DE MACHALA EN LOS PERIODOS 2000-2018», vol. 9, n.º 2, p. 6, 2021.
- [12] B. Ma, R. J. Hauer, J. Östberg, A. K. Koeser, H. Wei, y C. Xu, «A global basis of urban tree inventories: What comes first the inventory or the program», *Urban For. Urban Green.*, vol. 60, p. 127087, may 2021, doi: 10.1016/j.ufug.2021.127087.
- [13] E. M. Wood y S. Esaian, «The importance of street trees to urban avifauna», *Ecol. Appl.*, vol. 30, n.º 7, p. e02149, oct. 2020, doi: 10.1002/eap.2149.
- [14] C. Ordóñez *et al.*, «Quantifying the importance of urban trees to people and nature through tree removal experiments», *People Nat.*, vol. 5, n.º 4, pp. 1316-1335, 2023, doi: 10.1002/pan3.10509.
- [15] L. A. Benegas, A. Rojas, A. Iraheta, y J. Cardenas, «Análisis del componente arbóreo y su contribución a los servicios ecosistémicos en la ciudad de Turrialba, Costa Rica», *Ecosistemas*, vol. 30, n.º 2, Art. n.º 2, ago. 2021, doi: 10.7818/ECOS.2083.

- 
- [16] D. E. Pataki *et al.*, «The Benefits and Limits of Urban Tree Planting for Environmental and Human Health», *Front. Ecol. Evol.*, vol. 9, 2021, Accedido: 12 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2021.603757>
- [17] N. J. Zinia y P. McShane, «Urban ecosystems and ecosystem services in megacity Dhaka: mapping and inventory analysis», *Urban Ecosyst.*, vol. 24, n.º 5, pp. 915-928, oct. 2021, doi: 10.1007/s11252-020-01076-1.
- [18] «Report-on-Cities-Alive\_by-Arup\_Apr2014.pdf». Accedido: 10 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://waterbucket.ca/gi/files/2014/04/Report-on-Cities-Alive\\_by-Arup\\_Apr2014.pdf](https://waterbucket.ca/gi/files/2014/04/Report-on-Cities-Alive_by-Arup_Apr2014.pdf)
- [19] P. Csontos, T. Kalapos, T. Faradhimu, A. Laborczi, T. Hardi, y J. Tamás, «Effects of tree size and park maintenance on soil seed bank of *Gleditsia triacanthos*, an exotic tree in urban green areas», *Biol. Futura*, vol. 71, n.º 1, pp. 81-91, jun. 2020, doi: 10.1007/s42977-020-00020-w.
- [20] F. J. O. Gorostieta, R. C. Tlatilpa, y Ó. D. Ramírez, «Árboles exóticos presentes en México», *Inventio*, vol. 18, n.º 46, Art. n.º 46, 2022, doi: 10.30973/inventio/2022.18.46/5.
- [21] G. S. Aljeddani, N. A. Al-Harbi, S. M. Al-Qahtani, K. M. El-Absy, B. M. Abdullatif, y T. E. Dahan, «Inventory of Some Introduced and Invasive Plant Species in Some Governorates of the Kingdom of Saudi Arabia», *Appl. Ecol. Environ. Res.*, vol. 19, n.º 6, pp. 4373-4388, 2021, doi: 10.15666/aer/1906\_43734388.
- [22] P. L. Fernández *et al.*, *Agroecosistemas: caracterización, implicancias ambientales y socioeconómicas*. Facultad de Agronomía, 2022. Accedido: 9 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://ri.agro.uba.ar/files/download/libros/L9789873738388.pdf>
- [23] Y. Shen, F. Sun, y Y. Che, «Public green spaces and human wellbeing: Mapping the spatial inequity and mismatching status of public green space in the Central City of Shanghai», *Urban For. Urban Green.*, vol. 27, pp. 59-68, oct. 2017, doi: 10.1016/j.ufug.2017.06.018.
- [24] Y. Park y J.-M. Guldmann, «Understanding disparities in community green accessibility under alternative green measures: A metropolitan-wide analysis of Columbus, Ohio, and Atlanta, Georgia», *Landsc. Urban Plan.*, vol. 200, p. 103806, ago. 2020, doi: 10.1016/j.landurbplan.2020.103806.
- [25] V. Sathyakumar, R. Ramsankaran, y R. Bardhan, «Geospatial approach for assessing spatiotemporal dynamics of urban green space distribution among neighbourhoods: A demonstration in Mumbai», *Urban For. Urban Green.*, vol. 48, p. 126585, feb. 2020, doi: 10.1016/j.ufug.2020.126585.
- [26] C. M. T. Collins, I. Cook-Monie, y S. Raum, «What do people know? Ecosystem services, public perception and sustainable management of urban park trees in London, U.K», *Urban For. Urban Green.*, vol. 43, p. 126362, jul. 2019, doi: 10.1016/j.ufug.2019.06.005.
- [27] C. Guan, J. Song, M. Keith, Y. Akiyama, R. Shibasaki, y T. Sato, «Delineating urban park catchment areas using mobile phone data: A case study of Tokyo», *Comput. Environ. Urban Syst.*, vol. 81, p. 101474, may 2020, doi: 10.1016/j.compenvurbsys.2020.101474.
- [28] M. Esperon-Rodriguez, D. Quintans, y P. D. Rymer, «Urban tree inventories as a tool to assess tree growth and failure: The case for Australian cities», *Landsc. Urban Plan.*, vol. 233, p. 104705, may 2023, doi: 10.1016/j.landurbplan.2023.104705.
- [29] L. Wallace *et al.*, «Linking urban tree inventories to remote sensing data for individual tree mapping», *Urban For. Urban Green.*, vol. 61, p. 127106, jun. 2021, doi: 10.1016/j.ufug.2021.127106.
- [30] J. Östberg, K. Sandberg, y B. Wiström, «Rating of parameters used to assess tree vitality by urban foresters and ecologists in Sweden, using the Delphi method», *Urban For. Urban Green.*, vol. 62, p. 127134, jul. 2021, doi: 10.1016/j.ufug.2021.127134.

- 
- [31] J. N. G. Tinio y C. J. Sebuala, «On the Efficiency of Some Alpha Diversity Indices: A Simulation Study Using Bootstrap Resampling», *J. Wildl. Biodivers.*, vol. 5, n.º 1, Art. n.º 1, ene. 2021, doi: 10.22120/jwb.2020.127654.1142.
- [32] K. Stereńczak *et al.*, «Factors influencing the accuracy of ground-based tree-height measurements for major European tree species», *J. Environ. Manage.*, vol. 231, pp. 1284-1292, feb. 2019, doi: 10.1016/j.jenvman.2018.09.100.
- [33] S. Krause, T. G. M. Sanders, J.-P. Mund, y K. Greve, «UAV-Based Photogrammetric Tree Height Measurement for Intensive Forest Monitoring», *Remote Sens.*, vol. 11, n.º 7, Art. n.º 7, ene. 2019, doi: 10.3390/rs11070758.
- [34] «PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTON MACHALA». [En línea]. Disponible en: [https://www.machala.gob.ec/SIL/2021/ter/plate/PDOT\\_CANT%20C3%93N%20MACHALA%202019.pdf](https://www.machala.gob.ec/SIL/2021/ter/plate/PDOT_CANT%20C3%93N%20MACHALA%202019.pdf)
- [35] A. Dowhal, *Arboricultura urbana: gestion y manejo del arbolado publico*. Editorial Maipue, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/utmachala/titulos/77341>
- [36] Haglof Sweden, «CE II-D | Haglöf Suecia AB». Accedido: 16 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://haglofsweden.com/project/ec-ii-d/>
- [37] *DIMENSIONADO DE LA COPA DE LOS ÁRBOLES*, (24 de septiembre de 2018). Accedido: 16 de febrero de 2024. [En línea Video]. Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=mC6-lo\\_CE3M](https://www.youtube.com/watch?v=mC6-lo_CE3M)
- [38] L. I. Rubatino Santizo, «Diagnóstico para el manejo del arbolado urbano de las principales calles y avenidas del Corregimiento de Bella Vista, Municipio de Panamá.», masters, Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, 2017. Accedido: 16 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://up-rid.up.ac.pa/4715/>
- [39] «iNaturalist Ecuador», iNaturalist Ecuador. Accedido: 20 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://ecuador.inaturalist.org/login>
- [40] «GBIF». Accedido: 20 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.gbif.org/>
- [41] «Tropicos - Inicio». Accedido: 20 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.tropicos.org/home>
- [42] Z. H. A. Mendoza, «MÉTODOS PARA MEDIR LA BIODIVERSIDAD», *Métod. PARA MEDIR Biodivers.*, ene. 2019, Accedido: 20 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.academia.edu/43784264/M%20C3%89TODOS\\_PARA\\_MEDIR\\_LA\\_BIODIVERSIDAD](https://www.academia.edu/43784264/M%20C3%89TODOS_PARA_MEDIR_LA_BIODIVERSIDAD)
- [43] «Gando et al. - TRABAJO DE TITULACIÓN QUE SE PRESENTA COMO REQUISITO.pdf». Accedido: 2 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2131/1/Frank%20Shuldt%202016.pdf>
- [44] G. S. C. Reyes, «Análisis del arbolado y áreas verdes de la zona urbana del cantón Manta», 2022.
- [45] D. F. Luis Alberto, Adrián Rabassa Pérez, Ana Gertrudis Trocones Boggiano<sup>1</sup>, y Ildefonso Orrantía Cárdenas, «Diagnóstico del arbolado urbano en una sección de la ciudad de Sancti Spíritus».
- [46] J. Jang y S.-Y. Woo, «Native Trees as a Provider of Vital Urban Ecosystem Services in Urbanizing New Zealand: Status Quo, Challenges and Prospects», *Land*, vol. 11, n.º 1, Art. n.º 1, ene. 2022, doi: 10.3390/land11010092.
- [47] A. G. Araujo Cedeño, «“Estructura y caracterización dasométrica del arbolado en la zona urbana del cantón Valencia, provincia de Los Ríos”», 2021, Accedido: 16 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6315>

- [48] L. G. Tufiño Proaño, «Análisis de las áreas verdes y arbolado de la zona urbana del cantón Esmeraldas, Ecuador», bachelorThesis, Jipijapa - Unesum, 2023. Accedido: 16 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5562>
- [49] G. Martínez Juárez, D. Rodríguez Trejo, D. Granados Sánchez, L. Mohedano Caballero, y A. Villanueva Morales, «Descripción del arbolado de alineación de la ciudad de Puebla por grado de marginación y vialidad | Revista Mexicana de Ciencias Forestales», sep. 2021, Accedido: 16 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/830>

## ANEXOS

ARBOLADO URBANO EN AREAS VERDES MUNICIPALES DE MACHALA											
Tipo de area verde	N°	Nombre de Area Verde	Ubicación Geografica		Nombre científico	Nombre común	Familia	Origen	DAP (cm)	Altura (m)	Diámetro de Copa (m)
			X	Y							
Parque	1	Tanque Rojo	615859.84	9639271.4	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacan rosado	Bignoniaceae	Nativa	17.8	3.14	1.55
Parque	2	Tanque Rojo	615864.63	9639273.98	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacan rosado	Bignoniaceae	Nativa	15.0	3.25	1.72
Parque	3	Tanque Rojo	615868.48	9639277.63	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacan rosado	Bignoniaceae	Nativa	17.3	3.15	1.40
Parque	4	Tanque Rojo	615871.82	9639281.02	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacan rosado	Bignoniaceae	Nativa	23.1	3.74	1.75
Parque	5	Tanque Rojo	615856.69	9639296.41	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacan rosado	Bignoniaceae	Nativa	17.3	3.16	2.38
Parque	6	Tanque Rojo	615849.28	9639290.71	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacan rosado	Bignoniaceae	Nativa	13.2	3	2.30
Parque	7	Tanque Rojo	615843.7	9639308.71	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacan rosado	Bignoniaceae	Nativa	15.6	3.5	2.50
Parque	8	Tanque Rojo	615840.03	9639306.86	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacan rosado	Bignoniaceae	Nativa	15.3	3.3	2.53
Parque	9	Tanque Rojo	615850.84	9639287	<i>Phoenix roebelenii</i>	Palma asiatica fenix	Arecaceae	Introducida	8.6	2.14	1.02
Parque	10	Tanque Rojo	615868.35	9639285.48	<i>Phoenix roebelenii</i>	Palma asiatica fenix	Arecaceae	Introducida	9.4	2.35	1.30
Parque	11	Tanque Rojo	615857.87	9639275.98	<i>Phoenix roebelenii</i>	Palma asiatica fenix	Arecaceae	Introducida	9.3	2.2	0.98
Parque	12	Tanque Rojo	615853.04	9639298.06	<i>Phoenix roebelenii</i>	Palma asiatica fenix	Arecaceae	Introducida	10.0	2.45	1.54
Parque	13	Tanque Rojo	615843.55	9639300.66	<i>Phoenix roebelenii</i>	Palma asiatica fenix	Arecaceae	Introducida	12.4	2.56	1.44
Parque	14	Juan Montalvo	615577.34	9639714.82	<i>Dyopsis lutescens</i>	Palmera bambú	Arecaceae	Introducida	5.0	1.8	1.13
Parque	15	Juan Montalvo	615578.27	9639713.77	<i>Dyopsis lutescens</i>	Palmera bambú	Arecaceae	Introducida	5.2	1.75	0.82
Parque	16	Juan Montalvo	615579.3	9639714.59	<i>Dyopsis lutescens</i>	Palmera bambú	Arecaceae	Introducida	5.0	1.85	1.19
Parque	17	Juan Montalvo	615562.45	9639725.9	<i>Dyopsis lutescens</i>	Palmera bambú	Arecaceae	Introducida	10.0	12	0.80
Parque	18	Juan Montalvo	615567.28	9639726.7	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacan rosado	Bignoniaceae	Nativa	20.0	3.5	3.40
Parque	19	Juan Montalvo	615580.4	9639717.61	<i>Cycas revoluta</i>	Palma cica	Cycadaceae	Introducida			1.07
Parque	20	Juan Montalvo	615578.66	9639716.49	<i>Phoenix roebelenii</i>	Palma asiatica fenix	Arecaceae	Introducida	12.3	2	1.27
Parque	21	Juan Montalvo	615588.89	9639741.15	<i>Plumeria obtusa</i>	Frangipani blanco	Apocynaceae	Introducida	17.0	3.4	5.18
Parque	22	Juan Montalvo	615562.1	9639733	<i>Kigelia africana</i>	Arbol de salchichas	Bignoniaceae	Introducida	75.8	12.6	12.10
Parque	23	Juan Montalvo	615564.57	9639735.63	<i>Washingtonia robusta</i>	Palma de abanico mexicana	Arecaceae	Introducida	20.3	13	3.95
Parque	24	Juan Montalvo	615568.4	9639737.83	<i>Adonidia merrillii</i>	Palma manila	Arecaceae	Introducida	15.0	17	2.23
Parque	25	Juan Montalvo	615567.53	9639739	<i>Adonidia merrillii</i>	Palma manila	Arecaceae	Introducida	15.3	17.3	1.85
Parque	26	Juan Montalvo	615572.84	9639746.9	<i>Adonidia merrillii</i>	Palma manila	Arecaceae	Introducida	14.5	16.7	1.75
Parque	27	Juan Montalvo	615569.62	9639745.7	<i>Adonidia merrillii</i>	Palma manila	Arecaceae	Introducida	13.7	15.2	1.80
Parque	28	Juan Montalvo	615570.02	9639749.16	<i>Adonidia merrillii</i>	Palma manila	Arecaceae	Introducida	15.5	17.5	2.33
Parque	29	Juan Montalvo	615582.63	9639736.32	<i>Hondarantus chrysanthus</i>	Guayacan amarillo	Bignoniaceae		15.0	3.5	4.57
Parque	30	Juan Montalvo	615584.58	9639739.25	<i>Dyopsis lutescens</i>	Palmera bambú	Arecaceae		5.8	2	1.5
Parque	31	Juan Montalvo	615583.84	9639738.63	<i>Dyopsis lutescens</i>	Palmera bambú	Arecaceae		6.0	2.3	1.8
Parque	32	Juan Montalvo	615584.5	9639714.06	<i>Mangifera indica</i>	Mango	Anacardiaceae	Introducida	27.2	4.5	6.45
Parque	33	Juan Montalvo	615584.19	9639711.17	<i>Adonidia merrillii</i>	Palma manila	Arecaceae		12.5	3.5	2.15

TABLA I. Evidencia del inventario arbóreo realizado

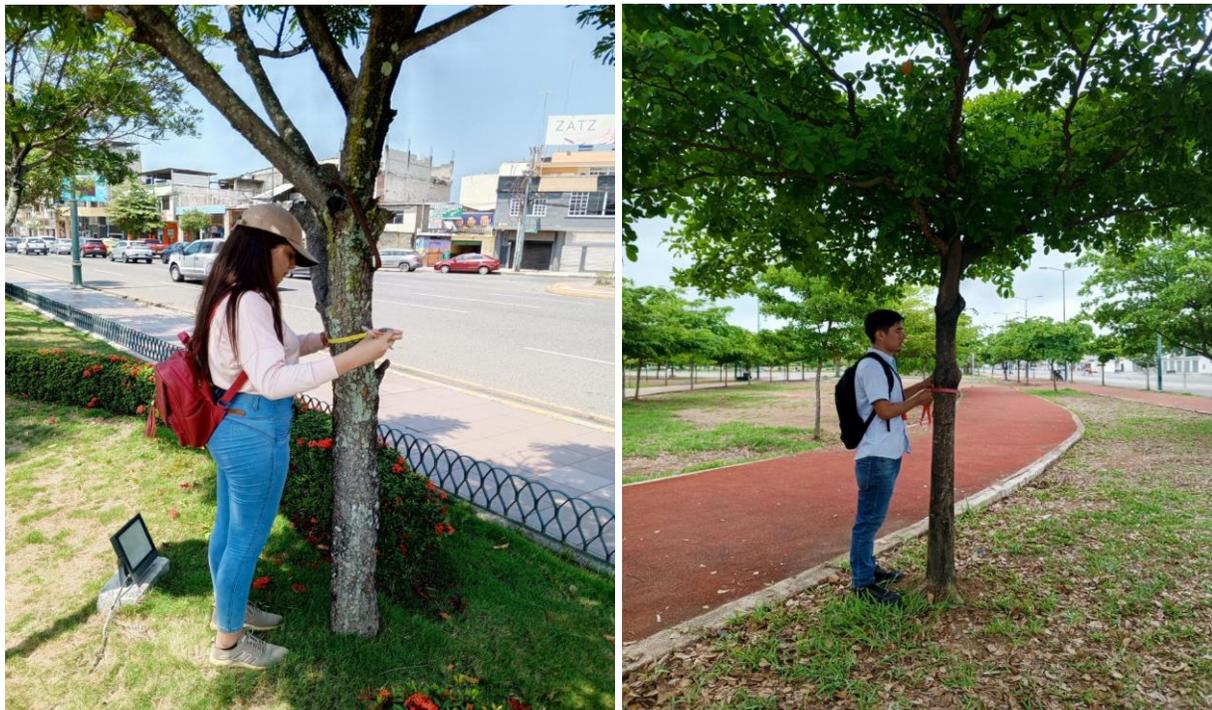


Fig 1: Recolección de datos dasometricos



Fig 2: Rectitud del fuste y raíces expuestas en el arbolado urbano de Machala.



Fig 3: Daño humano al arbolado urbano.

ARBOLADO URBANO EN AREAS VERDES MUNICIPALES DE MACHALA									
Nombre de Área Verde	Numero de Árbol	Ubicación Geográfica		Nombre común	DAP (cm)	Altura (m)	medida dirección N/S	Medida Dirección E/O	Diámetro de Copa (m)
		X E	Y N						
Parque E.	1	615323	9638624	Olivio Negro	5,41,6	5,20	7,80	7,30	
Parque E	2	615330	9638620	Olivio Negro	13,80	7,10	7,18	7,13	
Parque E	3	615344	9638633	Olivio Negro	15,70	7,00	10,00	8,00	
Parque E	4	615349	9638639	Ol. Neg	14,40	5,00	9,10	8,50	
Parque E	5	615346	9638642	Ol. Neg	11,09	5,10	8,00	7,00	
Parque E	6	615347	9638650	Ol. Neg	15,10	6,00	8,30	7,20	
Parque E	7	615342	9638642	Ol. Negro	11,10	5,00	7,00	6,50	
Parque E	8	615332	9638636	Ol. Negro	13,80	5,60	9,00	8,00	
Parque E	9	615328	9638629	Ol. Negro	18,50	6,90	9,70	8,60	
Parque E	10	615323	9638646	OT. 3	30,60	5,00	13,00	12,00	
Parque E	11	615331	9638651	Olivio Negro	12,40	5,20	7,00	7,00	
Parque E	12	615343	9638648	Olivio Negro	14,80	5,20	5,00	5,00	
Parque E	13	615337	9638655	Olivio Negro	12,90	6,00	7,30	6,40	
Parque E	14	615343	9638657	Olivio Negro	14,80	5,20	5,90	6,10	
Parque E	15	615332	9638662	Olivio Negro	12,00	6,30	6,30	7,20	
Parque E	16	615324	9638659	OT. 2	13,40	7,00	8,00	9,10	
Parque E	17	615332	9638665	Olivio Negro	11,30	5,50	6,50	5,30	
Parque E	18	615333	9638672	Olivio Negro	12,80	6,30	6,30	6,20	
Parque E	19	615323	9638678	Olivio Negro	13,00	6,90	7,10	6,20	
Parque E	20	615314	9638672	OT. 3	19,20	5,20	13,70	12,90	
Parque E	21	615320	9638684	Olivio Neg	12,80	6,30	6,00	8,00	
Parque E	22	615312	9638694	Olivio Negro	14,00	6,00	6,30	7,20	
Parque E	23	615303	9638702	Olivio Negro	11,20	6,00	2,00	3,50	
Parque	24	615306	9638706	Olivio Negro	11,10	5,20	5,02	6,15	
Parque	25	615300	9638717	Olivio Negro	11,70	6,15	5,20	4,45	
Parque	26	615282	9638725	Olivio Negro	12,50	6,80	6,20	6,90	
Parque	27	615267	9638737	Olivio Negro	12,90	6,75	5,15	6,25	
Parque	28	615287	9638708	Olivio Negro	10,40	5,80	5,60	6,50	
Parque	29	615283	9638696	Olivio Negro	13,60	6,10	4,20	6,28	

Fig 4: Ficha de datos utilizada



<b>Rectitud del fuste</b>	<b>Puntaje</b>
1	0
2	1
3	2
<b>Insectos y enfermedades</b>	<b>Puntaje</b>
0	0
1	1
1,2	2
1,2,3	3
1,2,4	3
1,4	2
2	1
2,3	2
2,4	2
2,4,5	3
2,4,6	3
2,5	2
2,6	2
4	1
<b>Plantas parasitas</b>	<b>Puntaje</b>
0	0
1	1
<b>Raíces descubiertas</b>	<b>Puntaje</b>
0	0
1	1
<b>Levantamiento de infraestructura</b>	<b>Puntaje</b>
0	0
1	1

<b>Exigencias sanitarias</b>	<b>Puntaje</b>
0	0
1	1

<b>Daño humano</b>	<b>Puntaje</b>
0	0
1	1
1,2	2
1,2,3	3
1,2,3,4	4
1,2,3,4,5	5
1,2,3,4,5,6	6
1,2,3,4,6	5
1,2,3,5	4
1,2,3,5,6	5
2,4,6	3
1,2,3,6	4
1,2,4	3
1,2,4,5	4
1,2,4,6	4
1,2,5	3
1,2,5,6	4
1,2,6	3
1,3	2
1,3,4	3
1,3,4,5	4
1,3,4,6	4
1,3,5	3
1,3,5,6	4
1,3,6	3
1,4	2

---

1,4,5	3
1,4,5,6	4
1,4,6	3
1,5	2
1,5,6	3
1,6	2
2	1
2,3	2
2,3,4	3
2,3,5	3
2,3,6	3
2,4	2
2,4,6	3
2,5	2
2,6	2
3,3,4	3
3,6	2
4	1
5	1
6	1

TABLA II. Valoración por parámetros del estado fitosanitario