

# UCUENCA

**Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Carrera de Ingeniería Agronómica**

**Contribución de las especies forestales ornamentales en el secuestro de carbono  
y material particulado en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.**

Trabajo de titulación previo a la obtención  
del título de Ingeniero Agrónomo

**Autores:**

Arévalo Chablay Daisy Estefania

C. I: 0105410427

dukis\_1995@live.com.ar

Balarezo Castro Ana Belén

C.I: 0107204604

anita-belen16@hotmail.com

**Director:**

Ing. Pedro René Zea Dávila M.Sc.

C.I: 0102198207

**Cuenca-Ecuador**

11 de julio de 2022

## RESUMEN

Las especies forestales ornamentales se encuentran presentes en la ciudad de Cuenca ya sea en áreas verdes o urbanas, sin embargo, existe desinformación sobre el beneficio de estas, es por ello en el presente estudio, se propuso determinar la riqueza de especies forestales ornamentales en los cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca, estimar la cantidad de carbono fijado en las especies forestales ornamentales y cuantificar la cantidad de material particulado adherido a las hojas de las especies.

Se seleccionaron 4 parques de la ciudad: el parque de la Madre, Miraflores, Paraíso y Tarqui Guzho, donde se determinó áreas de mayor dominancia de especies, delimitando un área de 1 600 m<sup>2</sup> dividida en 4 “bloques” de 400 m<sup>2</sup> cada una. Para estimar la cantidad de riqueza se realizó un inventario de las especies presentes, obteniendo un total de 157 especies entre todos los parques.

Para el análisis de los datos se realizó un test de Shapiro Wilks para identificar si existe normalidad en sus datos, posteriormente realizamos un test de *Kruskal Wallis* para identificar la significancia en relación a los datos obtenidos para la cantidad de carbono por parque y por especies, donde el parque el Paraíso asimila mayores cantidades de carbono en las especies presentes con un valor de 27 575,58 Mg C/ha y especies como *Acacia dealbata* y *Salix humboldtiana*. En cuanto al análisis de material particulado se obtuvo como resultado *Yucca guatemalensis* y *Delostoma integrifolium* como especies que asimilan mayor cantidad de MP con 0,254 y 0,196 respectivamente, sin embargo, no existió una diferencia significativa entre la adherencia de material particulado a las hojas de las especies presentes en los parques.

Con la información obtenida en el presente estudio podemos recomendar a las empresas municipales encargadas de la plantación de áreas verdes en la ciudad de Cuenca, para que consideren las especies que ayudan a mejorar las condiciones de contaminación ambiental mediante la asimilación de carbono y adherencia de material particulado a sus hojas.

**Palabras clave:** Áreas verdes. Material particulado. Carbono. Riqueza de especies vegetales.

## ABSTRACT

Ornamental forest species are present in the city of Cuenca either in green or urban areas, however, there is misinformation about the benefit of these, which is why in the present study, it was proposed to determine the richness of ornamental forest species in the four urban parks in the city of Cuenca, estimate the amount of carbon fixed in ornamental forest species and quantify the amount of particulate matter adhered to the leaves of the species.

Four parks in the city were selected: Parque de la Madre, Miraflores, Paraíso and Tarqui Guzho, where areas of greatest dominance of species were determined, delimiting an area of 1 600 m<sup>2</sup> divided into 4 "blocks" of 400 m<sup>2</sup> each. To estimate the amount of richness, an inventory of the species present was carried out, obtaining a total of 157 species among all the parks.

For the analysis of the data, a Shapiro Wilks test was carried out to identify if there is normality in its data, later we carried out a Kruskal Wallis test to identify the significance in relation to the data obtained for the amount of carbon per park and per species. where the El Paraíso park assimilates greater amounts of carbon in the species present with a value of 27 575,58 Mg C/ha and species such as *Acacia dealbata* and *Salix humboldtiana*. Regarding the analysis of particulate material, *Yucca guatemalensis* and *Delostoma integrifolium* were obtained as species that assimilate the greatest amount of MP with 0,254 and 0,196 respectively, however, there was no significant difference between the adherence of particulate material to the leaves of the species. present in the parks.

With the information obtained in this study, we can recommend the municipal companies in charge of planting green areas in the city of Cuenca, to consider the species that help improve environmental pollution conditions through carbon assimilation and adherence of material. particulate to its leaves.

**Keywords:** Green areas. Particulate matter. Carbon. Richness of plant species.

## Tabla de contenido

RESUMEN.....	2
Tabla de contenido.....	4
Lista de tablas .....	5
Lista de Figuras .....	5
Lista de Anexos.....	6
Cláusula de Propiedad Intelectual.....	7
Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institu .....	9
AGRADECIMIENTO .....	11
DEDICATORIA.....	12
1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. JUSTIFICACIÓN.....	15
3. OBJETIVOS .....	17
3.1. Objetivo general.....	17
3.2. Objetivos específicos.....	17
4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	17
5. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	18
a. Áreas verdes.....	18
b. Riqueza de especies.....	18
c. Especies forestales ornamentales presentes en áreas verdes.....	19
d. Material particulado.....	20
e. Carbono (C).....	22
5. MATERIALES Y MÉTODOS .....	24
a. Materiales.....	24
b. Descripción de la metodología.....	25
6. RESULTADOS.....	33
7. DISCUSIÓN .....	50
8. CONCLUSIONES .....	55
9. RECOMENDACIONES.....	56
10. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	57
11. ANEXOS .....	63

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Área y coordenadas de las zonas de estudio. ....	25
<b>Tabla 2.</b> Nomenclatura de los códigos utilizados para identificar las especies. ....	33
<b>Tabla 3.</b> <i>Familias presentes en las zonas de estudio.</i> ....	34
<b>Tabla 4.</b> <i>Relación de los índices de riqueza y diversidad de los parques.</i> ....	38
<b>Tabla 5.</b> <i>Tabla del test de Kruskal Wallis para la comparación de la asimilación de carbono en los parques objeto de estudio.</i> .....	39
<b>Tabla 6.</b> Tabla de rangos de adherencia de material particulado en las hojas en los parques objeto de estudio. ....	44

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Mapa de la delimitación de las zonas de estudio. ....	25
<b>Figura 2.</b> Sitios de muestreo, Parque de la Madre. ....	27
<b>Figura 3.</b> Sitios de muestreo, Parque Tarqui Guzho.....	27
<b>Figura 4.</b> Sitios de muestreo, Parque Paraíso. ....	28
<b>Figura 5.</b> Sitios de muestreo, Parque Miraflores. ....	28
<b>Figura 6.</b> <i>Especies presentes en el parque Miraflores.</i> .....	35
<b>Figura 7.</b> <i>Especies presentes en el parque Paraíso.</i> .....	36
<b>Figura 8.</b> <i>Especies presentes en el parque de la Madre.</i> ....	37
<b>Figura 9.</b> <i>Especies presentes en el parque Tarqui Guzho.</i> .....	38
<b>Figura 10.</b> <i>Cantidad de carbono fijado por cada especie presente en el parque Miraflores.</i> ....	40
<b>Figura 11.</b> <i>Cantidad de carbono fijado por cada especie presente en el parque Paraíso.</i> .....	41
<b>Figura 12.</b> <i>Cantidad de carbono fijado por cada especie presente en el parque de la Madre.</i> .....	42
<b>Figura 13.</b> <i>Cantidad de carbono fijado por cada especie presente en el parque Tarqui-Guzho.</i> .....	43
<b>Figura 14.</b> <i>Cantidad de material particulado adherido a las hojas de las especies presentes en el parque Miraflores.</i> .....	46
<b>Figura 15.</b> <i>Cantidad de material particulado adherido a las hojas de las especies presentes en el parque Paraíso.</i> .....	47
<b>Figura 16.</b> <i>Cantidad de material particulado adherido a las hojas de las especies presentes en el parque de la Madre.</i> .....	48
<b>Figura 17.</b> <i>Cantidad de material particulado adherido a las hojas de las especies presentes en el parque Tarqui - Guzho.</i> .....	49

## Lista de Anexos

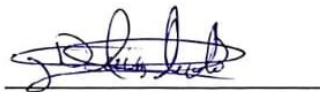
<b>Anexo 1.</b> Información de las especies presentes en las zonas de estudio.....	63
<b>Anexo 2.</b> Listado de especies presentes en el parque Miraflores. ....	66
<b>Anexo 3.</b> Lista de especies presentes en el parque el paraíso. ....	67
<b>Anexo 4.</b> Lista de especies presentes en el parque de la Madre. ....	67
<b>Anexo 5.</b> Lista de especies presentes en el parque Tarqui Guzho. ....	68
<b>Anexo 6.</b> Prueba de Kruskal Wallis en el parque Miraflores con todos los individuos. .	68
<b>Anexo 7.</b> Prueba de Kruskal Wallis en el parque Paraíso con todos los individuos. ....	68
<b>Anexo 8.</b> Prueba de Kruskal Wallis en el parque de la Madre con todos los individuos. .....	69
<b>Anexo 9.</b> Prueba de Kruskal Wallis en el parque Tarqui-Guzho con todos los individuos. ....	69
<b>Anexo 10.</b> Selección e identificación de las especies presentes en las zonas de estudio.....	70
<b>Anexo 11.</b> Toma de datos para la estimación de carbono.....	70
<b>Anexo 12.</b> Análisis de las muestras para material particulado. ....	71

## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Daisy Estefania Arévalo Chablay autora del trabajo de titulación "Contribución de las especies forestales ornamentales en el secuestro de carbono y material particulado en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca", certifico que todas las ideas, opiniones y contenido expuesto en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 11 de julio de 2022



Daisy Estefania Arévalo Chablay

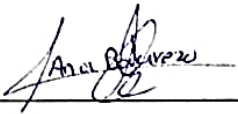
C.I: 0105410427

### Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Ana Belén Balarezo Castro autora del trabajo de titulación "Contribución de las especies forestales ornamentales en el secuestro de carbono y material particulado en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca", certifico que todas las ideas, opiniones y contenido expuesto en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 11 de julio de 2022



---

Ana Belén Balarezo Castro

C.I: 0107204604



**Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio  
Institucional**

---

Daisy Estefania Arévalo Chablay, en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Contribución de las especies forestales ornamentales en el secuestro de carbono y material particulado en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca" de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la ley Orgánica de Educación Superior

Cuenca, 11 de julio de 2022



Daisy Estefania Arévalo Chablay

C.I: 0105410427

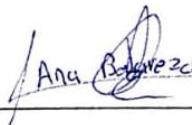
**Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio  
Institucional**

---

Ana Belén Balarezo Castro, en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Contribución de las especies forestales ornamentales en el secuestro de carbono y material particulado en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca" de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la ley Orgánica de Educación Superior

Cuenca, 11 de julio de 2022



---

Ana Belén Balarezo Castro

C.I: 0107204604

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos agradecer principalmente a Dios que nos permite culminar una etapa en nuestra vida profesional, a nuestros padres porque siempre nos han dado su apoyo, a nuestro director de tesis Ing. Pedro Zea, por guiarnos en nuestro proceso de titulación y a todos nuestros docentes que nos han preparado para este camino como Ingenieras Agrónomas.

Daisy y Belén.

## DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo principalmente a Dios, a mis padres Arturo y Rosa por ser mi apoyo incondicional, a mi hermana Andrea que ha sido mi guía, a mis sobrinas Renata e Isabella, a mi esposo Freddy y por último a mi motor fundamental para seguir adelante a mi hijo Fausto, quienes han sido participes en el camino de mi vida, me han dado su cariño, y motivación por eso esta tesis es para ustedes con mucho cariño.

Daisy.

Quiero dedicar este trabajo a Dios por darme la oportunidad de estar aquí, a mis padres y hermanos Eva, Eduardo, Estefanía y Martin por el apoyo constante para culminar mis estudios, a mi hijo y mi esposo Alejito y Eddy que siempre me dieron un empujón y me ayudaron en mis momentos más difíciles y no dejarme derrotar, gracias a todos quienes estuvieron conmigo apoyándome en mi sueño de tener mi título de Ingeniera Agrónoma.

Belén

## 1. INTRODUCCIÓN

La economía marrón está directamente enfocada en el crecimiento económico sin la consideración de los ecosistemas en un futuro, por lo que es necesario cambiar el punto de vista hacia una economía verde para alcanzar la sostenibilidad (Vargas, Trujillo, & Torres 2017). Por su parte, la economía verde se basa en una economía baja en carbono, eficiente en recursos y socialmente inclusiva (Herrán 2012).

Las ciudades contribuyen en el aumento del CO<sub>2</sub> atmosférico, debido al consumo del 75 % de la energía en el mundo, produciendo el 80% de las emisiones globales de gas de efecto invernadero (GEI), que genera daños graves en la salud humana. En lugares como parques, plazas, avenidas, universidades, entre otros son lugares donde predominan especies vegetales que ayudan con la absorción del CO<sub>2</sub>, y a su vez emiten cantidades de oxígeno que mejoran la calidad de vida y salud (Maylle 2017).

La falta de parques en la zona suroeste de Cuenca demuestra que no se cumple la relación habitante y espacio verde necesario. A pesar que, el parque Paraíso tiene el tamaño necesario no cumple con las condiciones establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Cordero, Vanegas, & Hermida 2015). En el año 2019 el 90 % de los habitantes respiraron aire que no cumplen con las normas de seguridad establecidas por la OMS provocando muertes a consecuencia de la contaminación atmosférica (National Geographic 2019).

Las áreas verdes dentro de las ciudades no solo cumplen un rol de estética u ornamental, sino que ayudan a disminuir los contaminantes presentes dentro de ellas. A al mismo tiempo, brindan sombra, protegen de la lluvia y del viento; sin embargo, algunos parques implementados por los municipios carecen de un criterio técnico para su elaboración, ya que no se toma en cuenta aspectos como la ecología, fisiología, y morfología de las especies nativas y exóticas, esto se puede atribuir a los altos costos de mantenimiento y control (Cabrera et al. 2020).

Por tal motivo, la importancia de los árboles en las zonas urbanas que brindan varios beneficios dentro de las ciudades, en un ámbito estético, ambiental, social, económico

entre otros. Los mismos ayudan a controlar la contaminación auditiva, vehicular, la protección de zonas hídricas, reducción de la radiación solar, entre otras (Wiesner 2007). Además, de los gases, aerosoles y material particulado que incrementa la contaminación dentro de las ciudades (Egas, Naulin, & Pérez 2018).

El material particulado (MP) es otro contaminante que afecta directamente a las especies presentes en las zonas urbanas y la calidad del aire, donde la vegetación arbórea realiza un importante trabajo en el efecto de filtrado, fijando estas partículas en sus hojas, esta acción se da gracias a su masa forestal y a la turbulencia generada por el viento, este tipo de efecto benéfico sobre la calidad de aire es propio de los bosques y los espacios verdes (Zegarra 2018).

Es por ello, que se pretende analizar la riqueza presente en los parques en relación a la cantidad de material particulado y carbono que pueden asimilar dichas especies dentro de la ciudad de Cuenca, Ecuador. La importancia de las especies forestales ornamentales dentro de las ciudades es imprescindible, ayuda a mejorar la calidad del aire y a una menor contaminación para la sociedad. Por ello se quiere investigar sobre la contribución de las especies forestales ornamentales en el secuestro de carbono y material particulado en cuatro parques urbanos representativos de la ciudad de Cuenca, siendo el Parque de la Madre, Paraíso, Tarqui-Guzho y Miraflores, los mismos que fueron seleccionados por su área y ubicación ya que se encuentran a las afueras de la ciudad y en arterias viales de mayor circulación.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Las condiciones adecuadas de vida demandan bajos niveles de contaminación ambiental y sonora, esto debería ser en relación a la coordinación de la movilidad vehicular, sin embargo, en muchos países esto no es así ya que a medida que aumenta la población la demanda de vehículos también. En mega ciudades como Sao Paulo y México las emisiones diarias rodean las dos mil toneladas de CO<sub>2</sub> y al año 2009 las siete mil toneladas, estos valores cada año van en ascenso debido al aumento de vehículos dentro de las ciudades (Alcántara 2010).

Las ciudades y las áreas metropolitanas ocupan solo el 3% de la tierra, sin embargo, representa alrededor del 70% de las emisiones de carbono y más del 60% del uso de energía por ello en uno de los objetivos de desarrollo sostenible proponen reducir el impacto ambiental negativo en la calidad del aire y los desechos municipales para el año 2030 (ODS 2020b). De igual manera, se pretende gestionar y planificar mecanismos eficaces en relación al cambio climático en países menos desarrollados (ODS 2020a).

La Organización de Naciones Unidas (ONU) plantea Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) los cuales establecen metas para mitigar los efectos de cambio climático dentro de las ciudades, una de las metas se enfoca en crear zonas verdes y espacios públicos los mismos que ayudaran a mejorar la calidad de vida y la reducción de la temperatura en el planeta (Naciones Unidas 2015). Además, en el acuerdo de París en el año 2015 menciona que los países miembros del G20 (foro internacional) proponen mantener la temperatura por debajo de los 2 °C a nivel global, y de esta manera disminuir la contaminación y los gases de efecto invernadero que provocan el incremento de la temperatura (NUCC 2016).

Por esta razón, las áreas verdes no solo representan recreación sino mejoran la calidad de aire mediante la fotosíntesis capturando el carbono que se encuentra en la atmósfera (Muñoz & Vásquez 2020). A su vez, emite oxígeno lo que ayuda a mitigar la contaminación ambiental (MAE 2010). Las ciudades representan el 70% de las emisiones de carbono mundiales, debido al aumento de la población en ciertos sectores, (NUCC 2016).

Jiménez et al., (2013) mencionan que el 50% de la población está concentrada en las zonas urbanas y según la ONU esto seguirá en aumento por diversos factores, lo que provoca una crisis ecológica en el planeta, ocasionando la disminución de áreas verdes. Relacionándose al acelerado crecimiento demográfico, la falta de planificación y a una desorganización de la estructura institucional. Lo que provoca que se de esta crisis medioambiental; por ello, los bosques como las áreas verdes urbanas tienen un efecto de filtro para retener las partículas que se encuentran en el aire (Flores y Chica 2016).

En el inventario de calidad del aire de Cuenca, Ecuador tenemos valores de Monóxido de carbono CO (97,8%), Dióxido de azufre SO<sub>2</sub> (91,5%), Material particulado MP<sub>2.5</sub> (94,3%) y Óxido nítrico NO (97,8%), siendo valores altos debido al incremento de vehículos (Emov 2020). Esto se contrarresta con el número de vehículos matriculados en el año 2021 (76 521), provocando mayor contaminación dentro de la ciudad. Y así mismo, se observan mayores cantidades de emisiones de contaminantes en horas pico y dentro de las vías principales de la ciudad (EMOV 2021).

Las principales partículas que se encuentran en el aire es el material particulado que afecta de forma negativa a la calidad del aire y la salud de las personas. En donde, la vegetación arbórea realiza un eficiente trabajo con respecto a la filtración del material particulado mediante la fijación del particulado en sus hojas, esto gracias a la masa forestal (Zegarra 2018). Jiménez et al., (2013) mencionan que se deben tener 9 m<sup>2</sup> áreas verdes por habitante con el objetivo de mantener una calidad mejor de aire, y de 10 a 15 m<sup>2</sup> para que sea más óptimo.

La contaminación ambiental al igual que el cuidado de las áreas verdes es responsabilidad de toda la humanidad, sin embargo, la misma destruye la naturaleza sin importarle el daño que ocasiona. Provocando la pérdida de los ecosistemas, por ello la importancia de conocer los beneficios que tienen las especies forestales ornamentales que ayudan a disminuir la contaminación ambiental, con la asimilación de material particulado y carbono en su follaje y corteza.



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

Investigar sobre la contribución de las especies forestales ornamentales en el secuestro de carbono y material particulado en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Determinar la riqueza de especies forestales ornamentales en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.
- Estimar la cantidad de carbono fijado en las especies forestales ornamentales de cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.
- Cuantificar la cantidad de material particulado adherido a las hojas de las especies forestales ornamentales en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.

### **4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

- ¿Existe diferencia en la riqueza de especies forestales ornamentales inventariadas en los cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca?
- ¿Hay variación en la cantidad de carbono fijado por las especies forestales ornamentales inventariadas entre los cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca?
- ¿Hay diferencias en la cantidad de material particulado en las hojas de las especies forestales ornamentales inventariadas entre los cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca?

## **5. REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **a. Áreas verdes**

Se denominan áreas verdes a los espacios urbanos en donde predominan árboles, arbustos o plantas que pueden tener diferentes usos como la recreación, protección, ornamentación, oxigenación, entre otros (Martínez 2004). Estos atributos contribuyen al mejoramiento de la calidad del aire, y constituyen uno de los cinco indicadores que mantienen la sostenibilidad dentro de las ciudades (Rendón 2010).

Las áreas verdes no solo tienen el potencial de proveer dichos beneficios a la población y la fauna existente en ella, sino que mediante su aportación permite que las ciudades obtengan beneficios globales significativos como es la salud mental y físico, mediante la recreación y la educación ambiental, además proporciona una belleza estética que sin ellas estarían dominadas por asfalto y concreto (Capristan 2017).

Las áreas verdes forman parte de la biodiversidad de las ciudades y son consideradas áreas estratégicas que mejora el bienestar de la población. Así mismo, reducen el impacto ambiental como es la disminución de ruido, regulan la temperatura, actúan como filtro natural del aire permitiendo la limpieza de contaminantes atmosféricos como el CO<sub>2</sub>, y de igual manera ayudan al incremento de la biodiversidad dentro de las ciudades (Muñoz & Vásquez 2020).

### **b. Riqueza de especies**

En nuestra ciudad Cuenca, Ecuador encontramos una biodiversidad de especies. Y debemos partir, definiendo a la diversidad biológica como el número de especies presentes en un lugar determinado, por ende la biodiversidad urbana es la que integra genes, especies y hábitats mediante una interacción con el ser humano y los sistemas ecológicos (Cordero et al. 2015).

Para conocer la diversidad o riqueza que tienen los parques urbanos es necesario realizar un inventario de las especies presentes. Mahecha (2015) menciona que existen tres componentes de la diversidad de especies:

- Alfa ( $\alpha$ ): siendo las especies que se encuentran a un nivel local,
- Beta ( $\beta$ ) que se refiere a la diversidad de especies a nivel regional y,
- Gamma ( $\gamma$ ) la relación que existe entre el índice alfa y beta.

Para la estimación de la riqueza y abundancia de las especies es necesario trabajar con diferentes índices siendo el índice de Shannon el más utilizado, el cual ayuda a cuantificar la biodiversidad. Se refleja en la heterogeneidad de una comunidad basándose en dos factores: el número de especies presentes y la abundancia (Pla 2006). Así mismo, existe el índice de Simpson que se encarga de la medición de la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos muestras continuas sin realizar ninguna alteración (Campo & Duval 2014). Por otro lado, el índice de Jaccard es la relación del número de especies entre dos especies vegetales con el total de especies predominantes, comparando todas las formaciones vegetales identificadas en las áreas de estudio (Álvarez et al. 2004).

### **c. Especies forestales ornamentales presentes en áreas verdes.**

Las especies forestales ornamentales son muy utilizadas en áreas verdes de las ciudades, se las puede observar en redondeles, parterres o parques, pero no existe un inventario detallado de las especies existentes (Maldonado 2015). Del censo realizado por el (INEC 2012), Ecuador cuenta con 13,01 m<sup>2</sup> /hab de áreas verdes, del cual Cuenca tiene un índice de 10,46 m<sup>2</sup> /hab. Sin embargo, Cuenca es una de las ciudades del Ecuador con un gran déficit de áreas verdes o zonas de recreación a comparación del cantón Sígsig que tiene un valor de 78,03 m<sup>2</sup> /hab (Pacheco & Ávila 2012).

Los parques y jardines son áreas verdes representativas de las zonas urbanas que necesitan un manejo intensivo (Mantenimiento, poda, riego, etc) (Murray, 2000). Muchas de estas, enfocadas a la protección y al cuidado de especies nativas o introducidas, que juegan un papel muy importante para la riqueza de nuestra zona (Silva et al. 2018).

Según el estudio realizado por Pacheco et al., (2018) en el año 2017 la ciudad de Cuenca cuenta con alrededor de 2 842 especies forestales ornamentales estudiadas en 44 parques. Entre las familias encontradas están Myrtaceae, Fabaceae, Rosaceae, Lauraceae, Solanaceae, Oleaceae, Bignoniaceae, Salicaceae, entre otras. De este total, 2 180 especies son introducidas, según la EMAC EP los parques de mayor importancia de la ciudad son el Paraíso, Miraflores y de la Madre los mismos que son lugares de recreación (Pacheco et al. 2018).

Algunas especies introducidas en los parques y jardines de Cuenca son: Fresno (*Fraxinus excelsior*), molle (*Schinus molle*), jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*) ciprés (*Cupressus macrocarpa*), roble australiano (*Grevillea robusta*), sauce (*Salix humboldtiana*), palma de las canarias (*Phoenix canariensis*), araucaria (*Araucaria angustifolia*), coco chileno (*Jubaea chilensis*). También existen algunas especies nativas como: Sauco amarillo (*Tecoma stans*), guaylo (*Delostoma integrifolium*), palma cumbe (*Parajubaea cocoides*), guabisay (*Podocarpus sprucei*), capulí (*Prunus serotina*) y arupo (*Chionanthus pubescens*) (Minga & Verdugo 2016).

#### **d. Material particulado**

Se conoce como material particulado al conjunto de partículas sólidas y líquidas de diferentes tamaños, formas y composición que se encuentran suspendidas en el aire, su origen se debe a una variedad de fuentes naturales, considerado un contaminante ya que puede llegar a alterar la composición natural de la atmósfera. Un ejemplo de estas es el hollín de diésel, polvo de vías, el polvo de la agricultura y las partículas restantes de los procesos productivos, el MP permanece en el aire debido a su tamaño y su densidad, están compuestas por productos químicos, metales, materiales carbonosos, etc. Se puede clasificar según su diámetro siendo gruesos ( $PM_{10}$ ) y finos ( $PM_{2,5}$ ) (Arciniegas 2012).

Según la norma ecuatoriana de calidad del aire ambiental para  $MP_{2,5}$  no debe exceder de  $15 \mu g / m^3$  en un año y de  $50 \mu g / m^3$  en monitoreos continuos de 24 horas, para el caso de  $MP_{10}$  no debe exceder de  $50 \mu g / m^3$  para un año y de  $100 \mu g / m^3$  en monitoreos de 24 horas (MAE 2018).

El uso de la vegetación es efectivo en la reducción de contaminantes como el material particulado debido a que filtran las partículas que lo conforman y lo acumulan en las hojas de árboles o arbustos (Rodas et al. 2020). Estudios realizados demuestran el beneficio de las plantas para purificar el aire, mediante la retención de varios contaminantes siendo el principal el material particulado (Janhäll 2015).

Estudios realizados en Beijing, China, y en los Estados Unidos muestran que los árboles ubicados en el centro de la ciudad y en distintos estados removieron 772 y 215 000 toneladas de material particulado en un año (Nowak, Crane, and Stevens 2006). Así mismo, Barra (2019) realizó su estudio en el parque Ecuador en la ciudad de Concepción, Chile sobre el efecto que produce el arbolado urbano sobre la retención de material particulado, demostró que se pudo eliminar un total de 4,52 kg de MP (Barra 2019).

En el informe anual de la calidad del aire en Quito se determinó que el mayor problema de contaminación atmosférica es la emisión de material particulado fino (PM 2,5  $\mu\text{g}$ ), excediendo los límites permisibles de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  año a 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  diario, los que provocan efectos nocivos en la salud (MAE 2010).

En el informe de calidad del aire de la ciudad de Cuenca según el último inventario, en base al año 2020 las fuentes más importantes de emisión de contaminantes primarios son: Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), Material Particulado (MP) (Alcaldía 2018). Una de las principales fuentes de generación de MP en la zona urbana es el tráfico vehicular por sus emisiones de escape, el cual está compuesto de hollín en un 50%. Es por ello que una de las estrategias para mitigar este tipo de emisiones es la creación de barreras vegetales que bloquee el paso de este tipo de contaminantes (Rodas et al. 2020).

Los parques urbanos han sido creados desde hace tiempos históricos con el fin de proporcionar diversos servicios uno de ellos es la eliminación de material particulado. Por ello, la empresa EMAC EP estableció una consultoría con la Universidad del Azuay en el año 2012 con el fin de desarrollar un sistema de control y gestión de parques, jardines y áreas verdes cuyo objetivo es mejorar la eficiencia de realizar inventarios de

especies forestales presentes en las diferentes zonas (Pacheco & Ávila 2012).

#### **e. Carbono (C)**

Las áreas forestales generan grandes cantidades de biomasa, lo que ayuda a disminuir la cantidad de carbono presente en la atmósfera, el mismo que se ha incrementado desde la revolución industrial, a lo que se suma una pérdida considerable de los ecosistemas debido a las actividades antrópicas (Rodríguez et al. 2016). La sustitución de los caballos por los vehículos provocó el incremento del smock en las ciudades. Por tal razón, se propone la implementación de las áreas verdes que mejoran las condiciones climáticas como la disminución de la radiación solar, las hojas sirven como depósito de partículas, mejoran la calidad del aire y proporcionan oxígeno, entre otras(Andrade 2012).

El dióxido de carbono es un gas incoloro que se encuentra en la atmósfera y su principal fuente son los combustibles fósiles, con la revolución industrial la tasa de CO<sub>2</sub> superó la tasa de absorción, además de los vehículos con motor que son grandes emisores de dióxido de carbono, causante principal del efecto invernadero y por consecuencia del calentamiento global, (Téllez, Rodríguez, & Fajardo 2006). De esta manera, el ser humano así como la naturaleza tienen sus propias armas para que la temperatura del planeta no siga aumentando, una de sus medidas son los sumideros de carbono, lo que favorece que las especies vegetales realizan el secuestro del carbono mediante la fotosíntesis almacenando una parte de carbono y devolviendo a la atmósfera como oxígeno (Ecoflujo 2018).

A pesar de ello Bravo (2011) en su estudio menciona que implementar sumideros de carbono no es conveniente, debido a que en algunos casos se desplaza a personas para la implementación y, favoreciendo la tala de árboles en lugares que provocan fugas de carbono.

De esta manera, el incremento del CO<sub>2</sub> ha tomado mucha importancia en el planeta, esto por el efecto invernadero y condiciones climáticas, siendo un gas que permanece durante mucho tiempo dentro de la atmósfera, la biosfera asimila alrededor de 2`000 000 toneladas de CO<sub>2</sub> al año (Mota et al. 2009). Por tanto, es necesario conocer la

importancia de la cantidad de carbono que pueden captar las especies forestales ornamentales, además de ayudar a disminuir la contaminación ambiental y de mejorar la calidad de vida (Ordóñez 2008)

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **a. Materiales**

#### **i. Equipos**

1. Estufa
2. Balanza
3. Clinómetro
4. Tijera de podar con extensión

#### **ii. Materiales Físicos**

1. Bolsas de papel
2. Cuaderno de campo
3. Etiquetas
4. Equipo de oficina
5. Cinta diamétrica
6. Pincel
7. Piola
8. Flexómetro
9. Papel filtro
10. Cal
11. Bandejas

#### **iii. Materiales biológicos**

1. Especies forestales

#### **iv. Materiales de laboratorio**

1. Vaso de precipitación
2. Agua destilada
3. Varilla
4. Embudo
5. Soporte para embudos

#### **v. Instalaciones**

1. Laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias
2. Parque de la Madre
3. Parque el Paraíso
4. Parque Miraflores



## 5. Parque Tarqui-Guzho

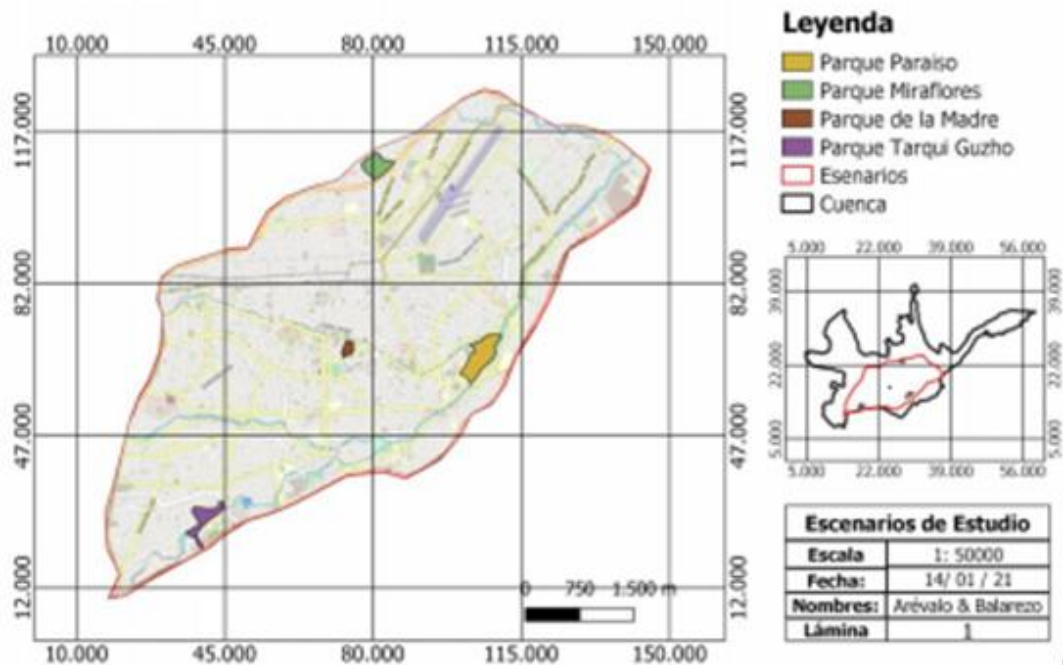
### b. Descripción de la metodología

#### i. Área de investigación

Los escenarios de estudio se enfocaron en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay, como se describe en la siguiente tabla y figura (tabla 1, Figura 1)

**Tabla 1.** Área y coordenadas de las zonas de estudio.

Parque	Área	Coordenadas
P. Madre	2,74 ha	X:721959 Y:9678796
P. Paraiso	16 ha	X:723513 Y:968037
P. Tarqui - Guzho	5 ha	X:719665 Y:9677266
P. Miraflores	7,04 ha	X:722929 Y:9680871



**Figura 1.** Mapa de la delimitación de las zonas de estudio.

**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.

**c. Objetivo 1.** Determinar la riqueza de especies forestales ornamentales en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.

Para el cumplimiento del primer objetivo utilizamos la metodología propuesta por Vásquez et al., (2013), donde se usó el método basado en 10 transectos de 50 x 2 m, que se distribuyeron aleatoriamente. Sin embargo, para nuestro caso se incrementó el área de estudio, realizando un inventario de todas las especies forestales ornamentales presentes en cuatro “Bloques” de 400 m<sup>2</sup> con un área total de 1 600 m<sup>2</sup> por parque para tener una mejor representación de las especies debido a que la densidad de siembra de los árboles presentes en los parques era muy amplia; para la selección de los “bloques”. Dentro de los parques, se consideró las zonas con mayor dominancia de especies debido a que las condiciones de los parques no son similares entre ellos. Figuras 2, 3, 4 y 5.

Posteriormente, se realizó la recolección de muestras para una correcta identificación y la elaboración de un herbario. Con la ayuda de la Blga. Nubia Guzmán encargada del herbario de la Universidad del Azuay que facilitó la identificación de las especies encontradas en todas las zonas de estudio.

Para el presente estudio se trabajó con dos diversidades, las diversidades alfa: por un estudio intra-hábitat; y diversidad beta: por la composición de las especies en diferentes áreas enfocada en analizar la riqueza a un nivel local en pequeñas zonas (Corrales & Fung 2019).

Con los datos obtenidos se trabajó con las ecuaciones 1, 2, y 3, siendo los índices de diversidad, riqueza y abundancia de las especies forestales ornamentales presentes en las zonas de estudio.



**Figura 2.** Sitios de muestreo, Parque de la Madre.

**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.



**Figura 3.** Sitios de muestreo, Parque Tarqui Guzho.

**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.



**Figura 4.** Sitios de muestreo, Parque Paraíso.  
**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.



**Figura 5.** Sitios de muestreo, Parque Miraflores.  
**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.



**Ecuación 1:** Índice de Shannon siendo este la cuantificación de la biodiversidad.

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i * \log_2 P_i)$$

**Donde:**

**H'**= Índice de Shannon- Wiener

**S**= Riqueza de especies

**P<sub>i</sub>**= Proporción de individuos de las especies

**Ecuación 2:** El Índice de Simpson mide la población encontrada.

$$D = \frac{\sum n(n - 1)}{N(N - 1)}$$

**Donde:**

**D**=Índice de Simpson

**n**= Número total de organismos de una especie

**N**= Número total de organismos de todas las especies

**Ecuación 3:** El Índice de Jaccard es la relación del número de especies.

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

**Donde:**

**I<sub>j</sub>**= Índice de Jaccard

**a**= Número de especies en el sitio A

**b**= Número de especies en el sitio B

**c**= Número de especies en el sitio A y B

**d. Objetivo 2.** Estimar la cantidad de carbono fijado en las especies forestales ornamentales de cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.

Para estimar la cantidad de carbono fijado por las especies forestales ornamentales se tomó el Diámetro de Altura al Pecho (DAP) y la altura de las especies ya inventariadas, con la ayuda de una cinta diamétrica y un clinómetro respectivamente, de los datos obtenidos se procedió a trabajar con la Ecuación 4 propuesta que permite obtener la biomasa de las especies (Chave et al. 2005). Posteriormente, se trabajó con la Ecuación 5 donde se multiplica la biomasa obtenida por 0,5 siendo un factor de conversión para obtener la cantidad de carbono fijado por cada una de las especies en Mg C /ha (Penman et al. 2003).

***Ecuación 4: Biomasa aérea total***

$$AGB = 0,0673 * (\rho D^2 H)^{0,976}$$

**Donde:**

**AGB=** Biomasa aérea total (kg / árbol)

**$\rho$ =** Densidad de la madera (g/cm<sup>3</sup>)

**D=** Diámetro (cm)

**H=** Altura (m)

***Ecuación 5: Carbono fijado***

$$C = AGB * f$$

**Donde:**

**C =** Carbono fijado (Mg C / ha)

**f =** Factor de conversión de biomasa a carbono 0,5

**AGB=** Biomasa aérea total (kg / árbol)

**e. Objetivo 3.** Cuantificar la cantidad de material particulado adherido a las hojas de las especies forestales ornamentales en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.

Para el cumplimiento del objetivo 3 se procedió a recolectar 25 hojas maduras al azar de la parte media externa de los cuatro puntos cardinales de todas las especies inventariadas, en los cuatro parques urbanos. Las muestras fueron recolectadas en el mes de Enero del año 2022 dejando un periodo de dos semanas libres de lluvias, las muestras se colocaron en una bolsa de papel. Posteriormente, fueron llevadas al laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca para ser lavadas con agua destilada y la ayuda de un pincel desprendiendo toda la cantidad de material particulado adherido a las hojas, el producto obtenido se llevó a la estufa durante 48 horas a 70° C. Finalmente, se pesó las hojas secas y el papel filtro para obtener la cantidad de material particulado seco por kg de materia vegetal seca (Ferriol et al. 2014).

#### **f. Análisis de datos**

- **Determinar la riqueza de especies forestales ornamentales en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.**

Para el análisis de los datos obtenidos de riqueza se trabajó con el programa Excel. Se tomó en cuenta variables como: número de individuos y nombre de las especies. Además, sobre estas variables se empleó una estadística descriptiva.

- **Estimar la cantidad de carbono fijado en las especies forestales ornamentales de cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.**

Para la estimación de carbono se analizó los datos de las especies inventariadas realizando una prueba de normalidad con el test de *Shapiro Wilks*, lo que permite identificar si los datos obtenidos son normales o no. Posteriormente, se realizó el test *Kruskal Wallis* para saber si los datos obtenidos de los individuos presentaban significancia.

- **Cuantificar la cantidad de material particulado adherido a las hojas de las especies forestales ornamentales en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.**

Para la adherencia de material particulado a las hojas de las especies inventariadas se analizó los datos obtenidos realizando una prueba de normalidad con el test de *Shapiro Wilks* que nos ayuda a identificar si los datos obtenidos son normales o no. Posteriormente, se realizó el test *Kruskal Wallis* para determinar si existía una significación entre los datos obtenidos.



## 6. RESULTADOS

### a. Determinar la riqueza de especies forestales ornamentales en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.

**Tabla 2.** Nomenclatura de los códigos utilizados para identificar las especies.

Nombre Científico	Código
<i>Acacia dealbata</i>	Aca_dea
<i>Acacia melanoxylon</i>	Aca_mel
<i>Alnus acuminata</i>	Aln_acu
<i>Bougainvillea sp</i>	Bou_ga
<i>Callistemon lanceolatus</i>	Call_lan
<i>Cedrela fissilis</i>	Ced_fis
<i>Cedrela montana</i>	Ced_mon
<i>Chionanthus pubescens</i>	Chi_pub
<i>Delostoma integrifolium</i>	Del_int
<i>Eriobotrya japonica</i>	Eri_jap
<i>Erythrina edulis</i>	Ery_ina
<i>Eucalyptus globulus</i>	Euc_lyp
<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fra_exc
<i>Grevillea robusta</i>	Gre_rob
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Hib_rosa_sin
<i>Inga sp</i>	Ing_sp
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jac_mim
<i>Juglans neotropica</i>	Jun_neo
<i>Melaleuca sp</i>	Mela_leu
<i>Myrcianthes hallii</i>	Myr_hall
<i>Pinus</i>	Pi_nuss
<i>Pittosporum undulatum</i>	Pitt_und
<i>Platanus occidentalis</i>	Pla_occ

<b>Nombre Científico</b>	<b>Código</b>
<i>Populus balsamifera</i>	Pop_bal
<i>Prunus serotina</i>	Pru_ser
<i>Rosa sp</i>	Rosa
<i>Salix humboldtiana</i>	Sal_hum
<i>Sambucus mexicana</i>	Sam_mex
<i>Tecoma stans</i>	Tec_sta
<i>Yucca gigantea</i>	Yuc_gig

En la Tabla 2 se puede observar las diferentes especies encontradas con sus respectivos códigos, para su fácil comprensión.

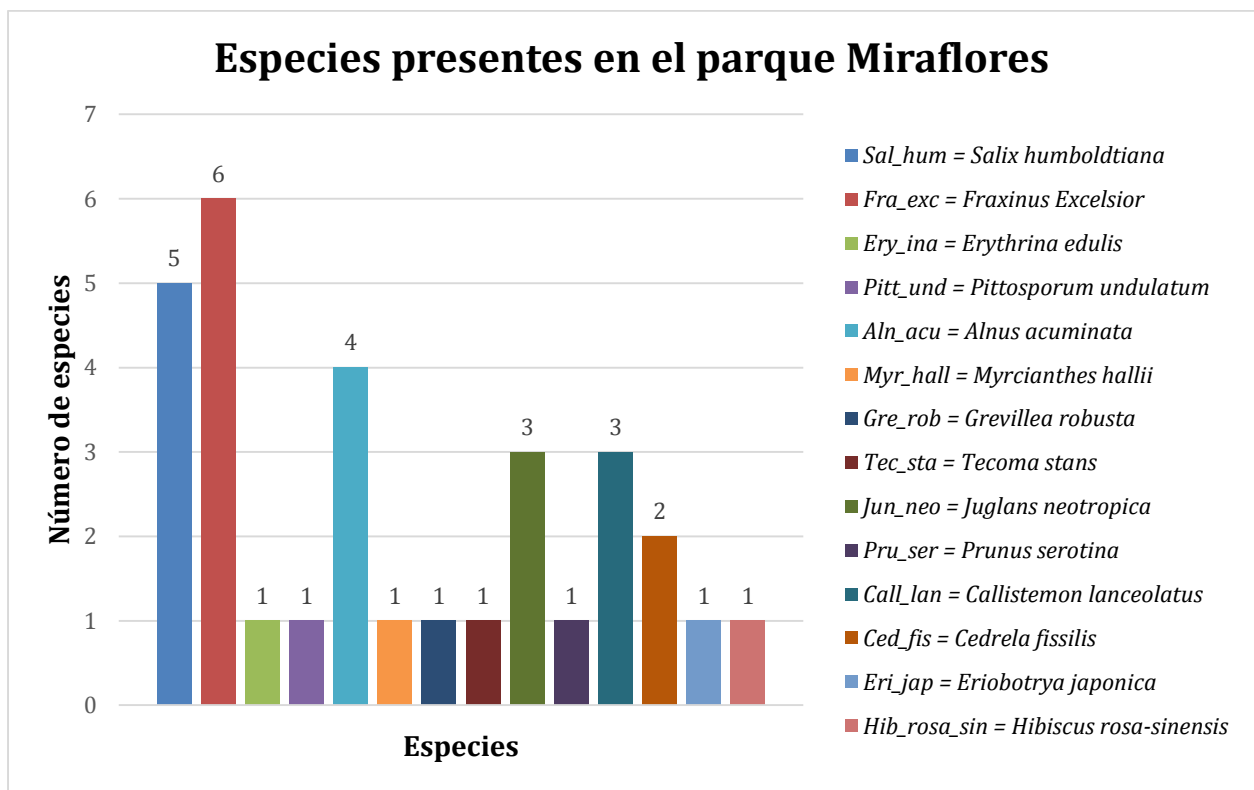
**Tabla 3.** Familias presentes en las zonas de estudio.

<b>Familia</b>	<b>nº individuos</b>	<b>Miraflores</b>	<b>Paraíso</b>	<b>Madre</b>	<b>Tarqui- Guzho</b>
Myrtaceae	32	3	0	1	28
Fabaceae	21	1	9	5	6
Salicaceae	20	5	14	1	0
Oleaceae	20	6	8	6	0
Bignoniaceae	18	1	7	7	3
Rosaceae	12	2	1	2	7
Malvaceae	7	1	0	6	0
Betulaceae	6	4	0	0	2
Platanaceae	1	0	0	1	0
Meliaceae	4	2	0	1	1
Juglandaceae	3	3	0	0	0
Nyctaginaceae	3	0	0	3	0
Adoxaceae	3	0	2	1	0
Pittosporaceae	2	2	0	0	0
Proteaceae	3	1	0	2	0

Asparagaceae	1	0	0	1	0
Pinaceae	1	0	0	1	0
<b>Total de individuos</b>	<b>157</b>	<b>31</b>	<b>41</b>	<b>38</b>	<b>47</b>

**Nota:** n<sup>o</sup> = número.

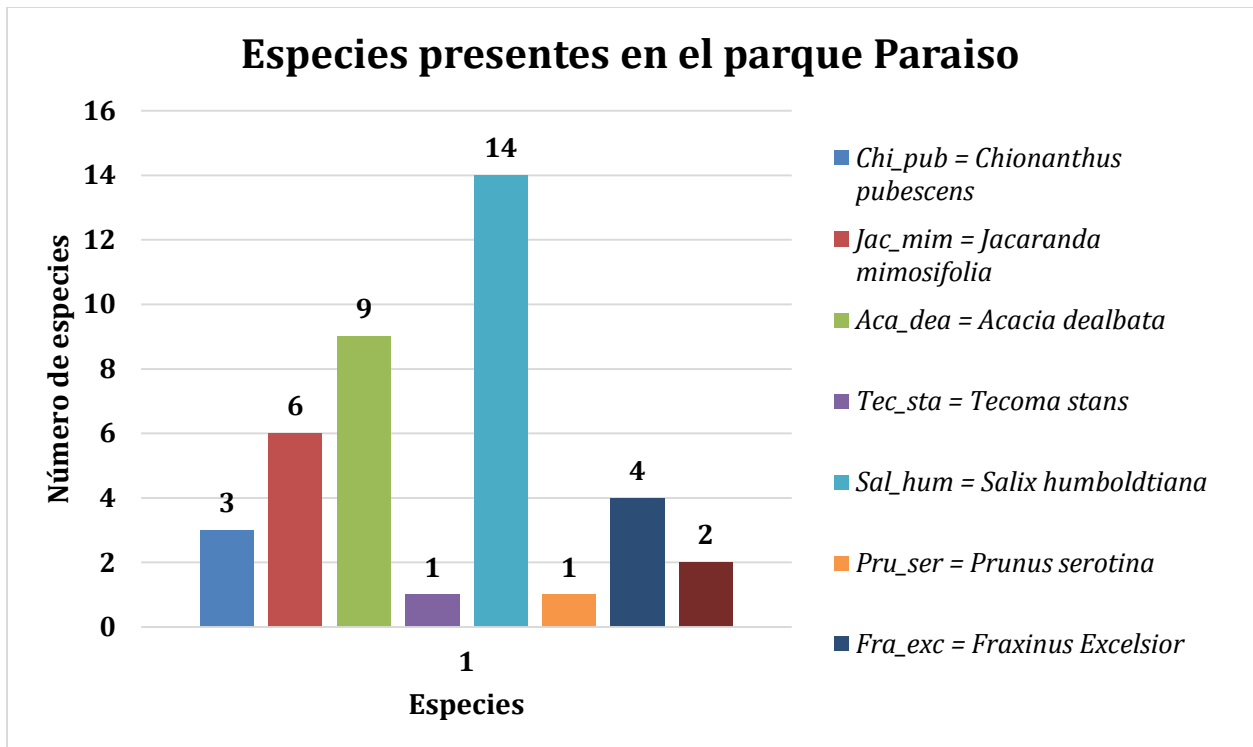
En la Tabla 3 se encuentran las familias presentes en la zona de estudio. De las cuales, se obtuvo 30 especies, 27 géneros y 17 familias con un total de 157 individuos entre cuatro parques.



**Figura 6.** Especies presentes en el parque Miraflores.

**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.

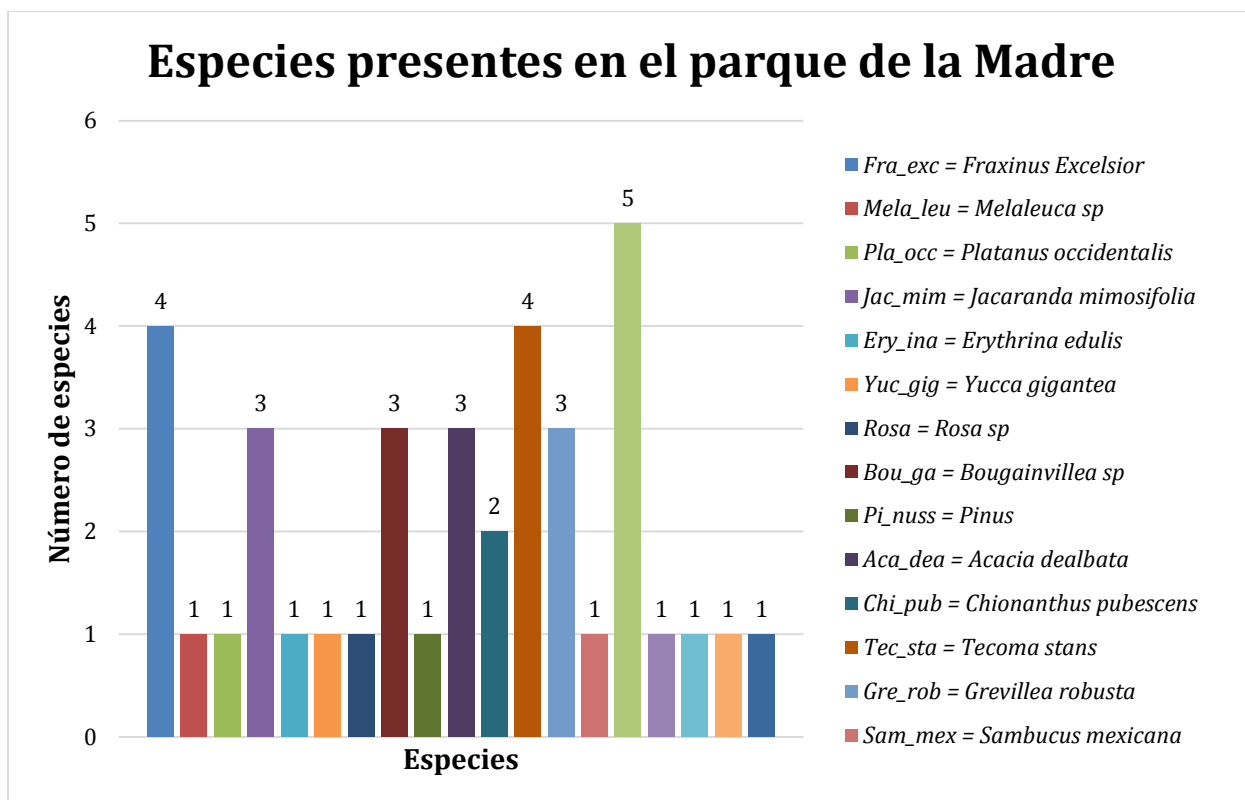
En la Figura 6 se observan a las especies presentes en el parque Miraflores. En donde, se encontraron 31 individuos, dando un total de 14 especies. Además, siendo *Fraxinus Excelsior* (Fresno) la especie más predominante en los cuatro “bloques” de este parque.



**Figura 7.** Especies presentes en el parque Paraíso.

**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.

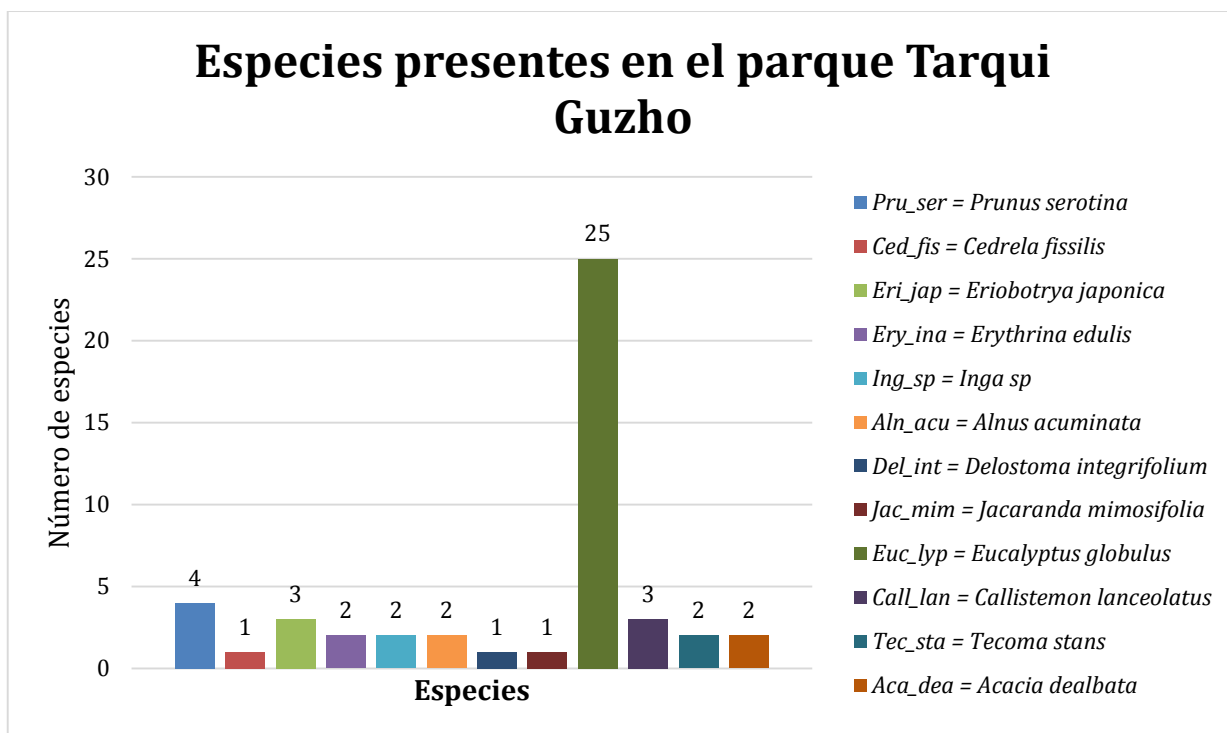
En la Figura 7 se identifican las especies presentes en el parque Paraíso. En donde, se encontraron 40 individuos, con un total de 8 especies, del cual predomina *Salix humboldtiana* (Sauce) de los cuatro “bloques” estudiados.



**Figura 8.** Especies presentes en el parque de la Madre.

**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.

En la Figura 8 se encuentran las especies presentes en el parque de la Madre. En donde, se encontraron 38 individuos y 19 especies. Siendo *Hibiscus rosa-sinensis* (Cucarda) la especie que más predomina en este parque.



**Figura 9.** Especies presentes en el parque Tarqui Guzho.

**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.

En la Figura 9 se identifican las especies presentes en el parque Tarqui-Guzho. De cual, se encontraron 48 individuos y 12 especies en total. Siendo, la especie *Eucalyptus globulus* (Eucalipto) que predominó en este lugar.

En la Tabla 4 se identifica la relación de los índices de riqueza y diversidad de los parques. Con respecto a la presencia de individuos en las cuatro zonas de estudio, se utilizó el índice de Jaccard obteniendo un valor de 0,19 esto quiere decir que no existe diferencia de especies entre los cuatro parques estudiados. Por otro lado, en el índice de Shannon y Simpson se obtuvo un valor de 3,9 y 0,92 respectivamente siendo los valores más altos en el parque de la Madre con relación a los otros parques.

**Tabla 4.** Relación de los índices de riqueza y diversidad de los parques.

Índices	Miraflores	Paraíso	Madre	Tarqui
Shannon	3,35	2,54	3,9	2,59
Jaccard	0,19	0,19	0,19	0,19
Simpson	0,89	0,79	0,92	0,7

**b. Estimar la cantidad de carbono fijado en las especies forestales ornamentales en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.**

**Tabla 5.** Tabla del test de Kruskal Wallis para la comparación de la asimilación de carbono en los parques objeto de estudio.

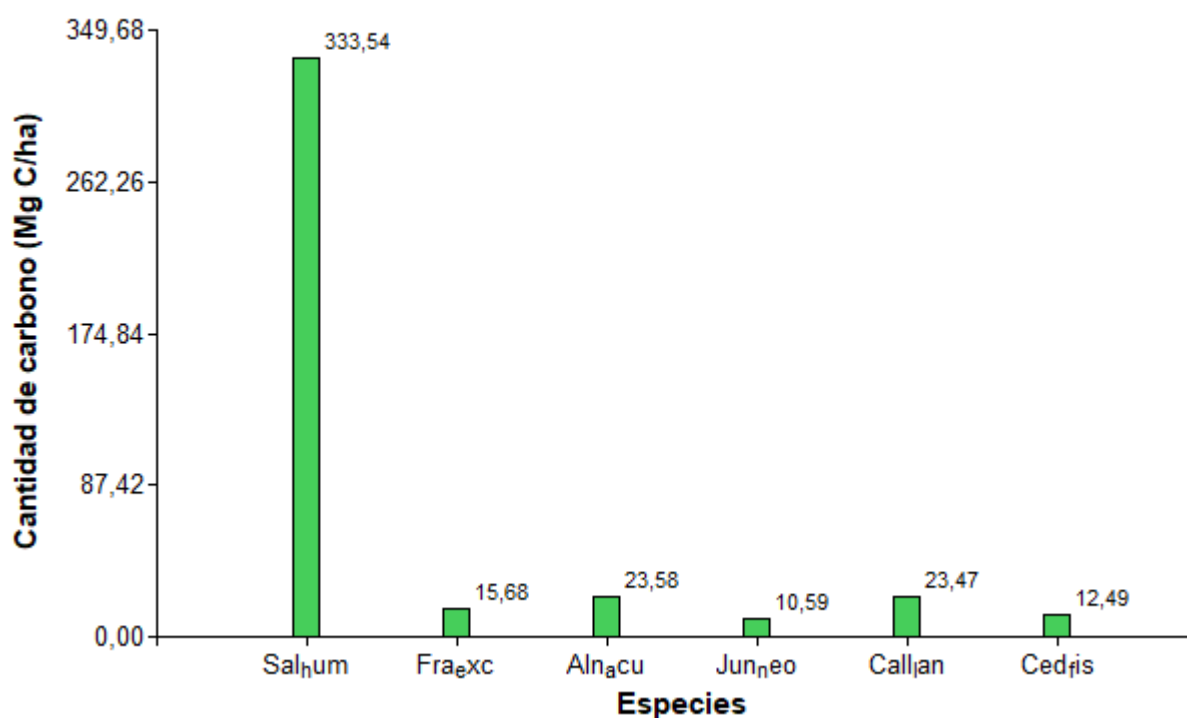
<b>Miraflores</b>								
<b>Variable</b>	<b>Especie</b>	<b>N</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E</b>	<b>Medianas</b>	<b>Rangos</b>	<b>H</b>	<b>P</b>
Carbono	Ced_fis	2	12,49	14,62	12,49	a	12,89	0,0244
Carbono	Fra_exc	6	15,68	20,45	8,6	a		
Carbono	Jun_neo	3	10,59	5,22	12,35	a		
Carbono	Aln_acu	4	23,58	12,43	19,03	ab		
Carbono	Call_lan	3	23,47	20,34	25,66	ab		
Carbono	Sal_hum	5	333,54	201,18	308,27	b		
<b>Paraíso</b>								
Carbono	Chi_pub	4	5,43	2,22	5,12	a	25,6	0,0001
Carbono	Jac_min	6	16,42	22,86	6,87	a		
Carbono	Sam_mex	2	110,28	2,12	110,28	ab		
Carbono	Sal_hum	14	462,75	585,28	252,16	b		
Carbono	Fra_exc	4	1320,4	1390,6	1138,75	b		
Carbono	Aca_dea	9	1716,3	1041,69	1812,25	b		
<b>Madre</b>								
Carbono	Bou_ga	3	2,98	1351,97	2,57	a	19,7	0,0062
Carbono	Hib_rosa_sin	5	6,47	1,67	8,78	a		
Carbono	Chi_pub	2	6,12	4,96	6,12	ab		
Carbono	Tec_sta	4	28,17	105,59	25,32	abc		
Carbono	Jac_mim	2	64,93	133,06	64,93	abc		
Carbono	Fra_exc	4	195,07	4,35	197,61	bc		
Carbono	Gre_rob	3	311,53	56,9	300,95	c		
Carbono	Aca_dea	3	1207,9	25,6	872,00	c		
<b>Tarqui-Guzho</b>								
Carbono	Ing_sp	2	0,74	0,62	0,74	a	33,01	0,0001
Carbono	Ery_ina	2	0,67	0,26	0,67	a		

Carbono	Tec_sta	2	1,01	0,42	1,01	a
Carbono	Eri_jap	3	1,28	0,9	1,48	a
Carbono	Aln_acu	2	1,17	0,03	1,17	a
Carbono	Pru_ser	4	2,94	3,17	2,1	a
Carbono	Call_lan	3	20,82	5,49	19,57	ab
Carbono	Aca_dea	2	171,65	146,22	171,65	ab
Carbono	Euc_lyp	25	673,41	896,53	253,61	b

**Nota:** N = número; D.E = Desviación estándar; P = Probabilidad.

En la Tabla 5 se identifica los rangos de asimilación de carbono en los parques objeto de estudio. Por medio, de la prueba de *Shapiro Wilks* para los cuatro parques obteniendo datos no normales donde  $P < 0,0001$  en todos los casos. Posteriormente, se realizó el test de *Kruskal Wallis* donde la probabilidad ( $p$ ) = 0,0244; 0,0001; 0,4557 y 0,0001 para el parque Miraflores, Paraíso, Madre y Tarqui Guzho respectivamente.

#### **Medias de asimilación de carbono en el parque Miraflores**



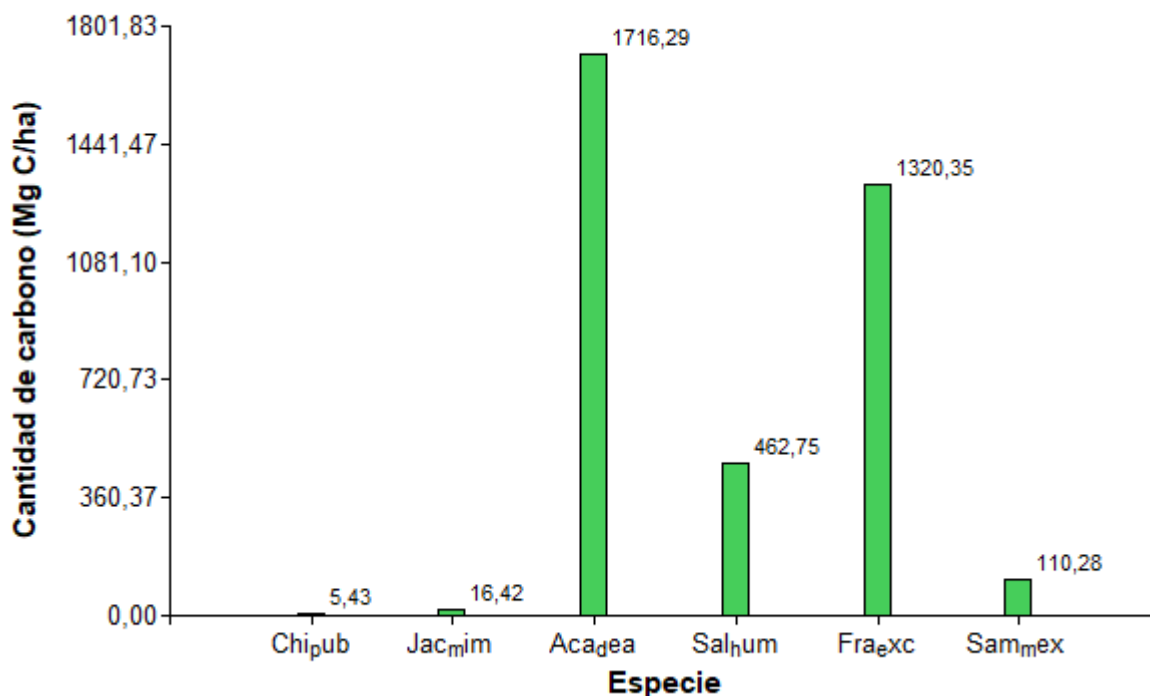
**Figura 10.** Cantidad de carbono fijado por cada especie presente en el parque Miraflores.

**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.



En la Figura 10 se puede observar la especie que fija mayores cantidades de carbono en el parque Miraflores es *Salix humbolica*. Con una fijación media de 333,54 Mg C/ha, esto se puede atribuir al número de especies presentes en el parque además que la misma tiene un mayor DAP y altura a comparación del resto de especies.

**Medias de asimilación de carbono en el parque Paraíso**



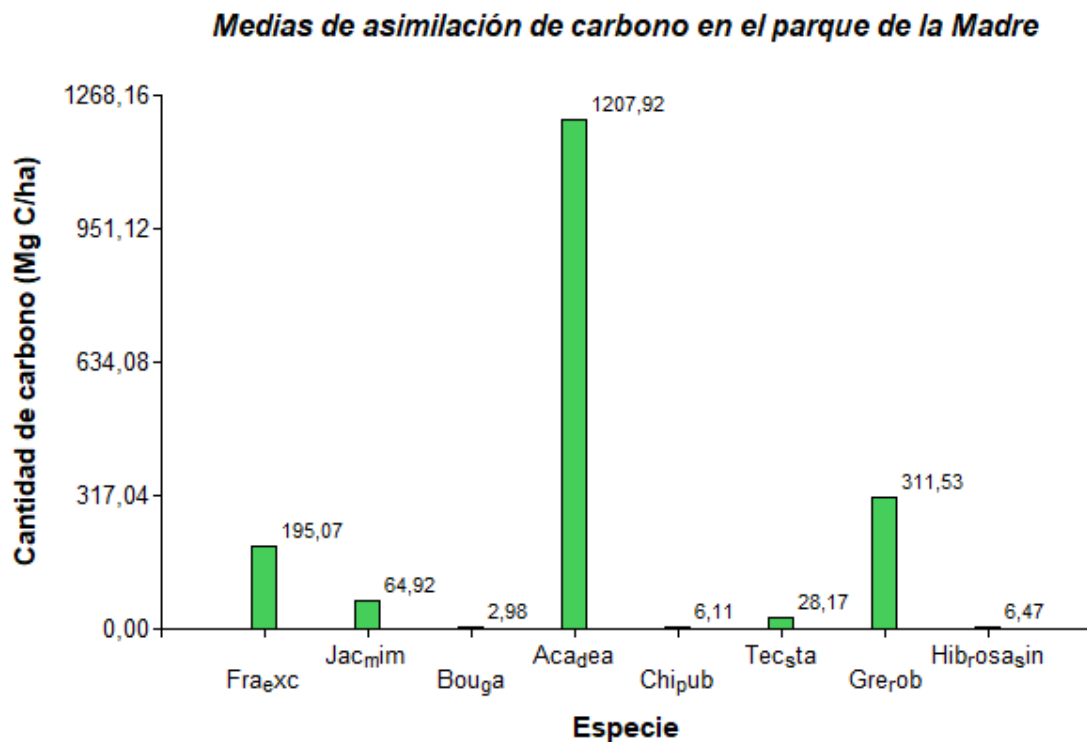
**Figura 11.** Cantidad de carbono fijado por cada especie presente en el parque Paraíso.

**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.

En la Figura 11 tenemos las medias de la cantidad de carbono fijado por las especies presentes en el parque el Paraíso y como se puede observar la especie que mayor cantidad de carbono fija es *Acacia dealbata* con 1 716,29 Mg C/ha, seguida de *Fraxinus excelsior* con una fijación de 1 320,35 Mg C/ha y *Salix humbolica* con 462,75 Mg C/ ha, esto debido a que son las especies con mayor dominancia dentro del parque y tienen una mayor DAP y altura, la cantidad total de fijación de carbono de las especies estudiadas es de 27 575,58 Mg C/ha.

**Figura 12.**

*Cantidad de carbono fijado por cada especie presente en el parque de la Madre.*

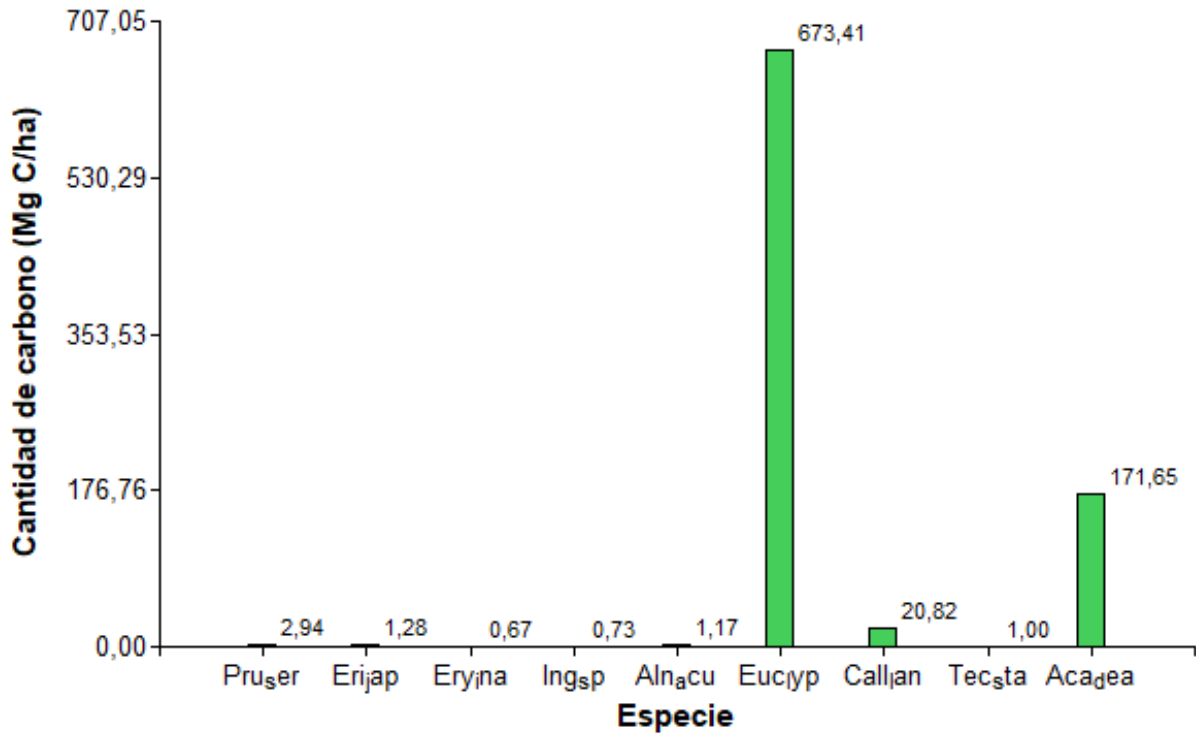


**Figura 12.** *Cantidad de carbono fijado por cada especie presente en el parque de la Madre.*

**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.

En la Figura 12 se puede observar a la especie que posee mayor cantidad de carbono fijado, la especie es la *Acacia dealbata* con 1 207,92 Mg C/ha y con un total de 7 309,99 Mg C/ha en los cuatro “bloques” estudiados.

### Medias de asimilación de carbono en el parque Tarqui-Guzho



**Figura 13.** Cantidad de carbono fijado por cada especie presente en el parque Tarqui-Guzho.

**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.

En la Figura 13 tenemos se indica la cantidad de carbono fijado por cada especie dentro del parque Tarqui-Guzho. Encontramos que la especie que mayor cantidad de carbono fijo es Eucalyptus globulus con un valor de 673,41 Mg C/ha. Esto se puede atribuir a la dominancia de dicha especie, el total de fijación de carbono para este parque fue de 16 785,64 Mg C/ha.

c. Cuantificar la cantidad de material particulado adherido a las hojas de las especies forestales ornamentales en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.

**Tabla 6.** Tabla de rangos de adherencia de material particulado en las hojas en los parques objeto de estudio.

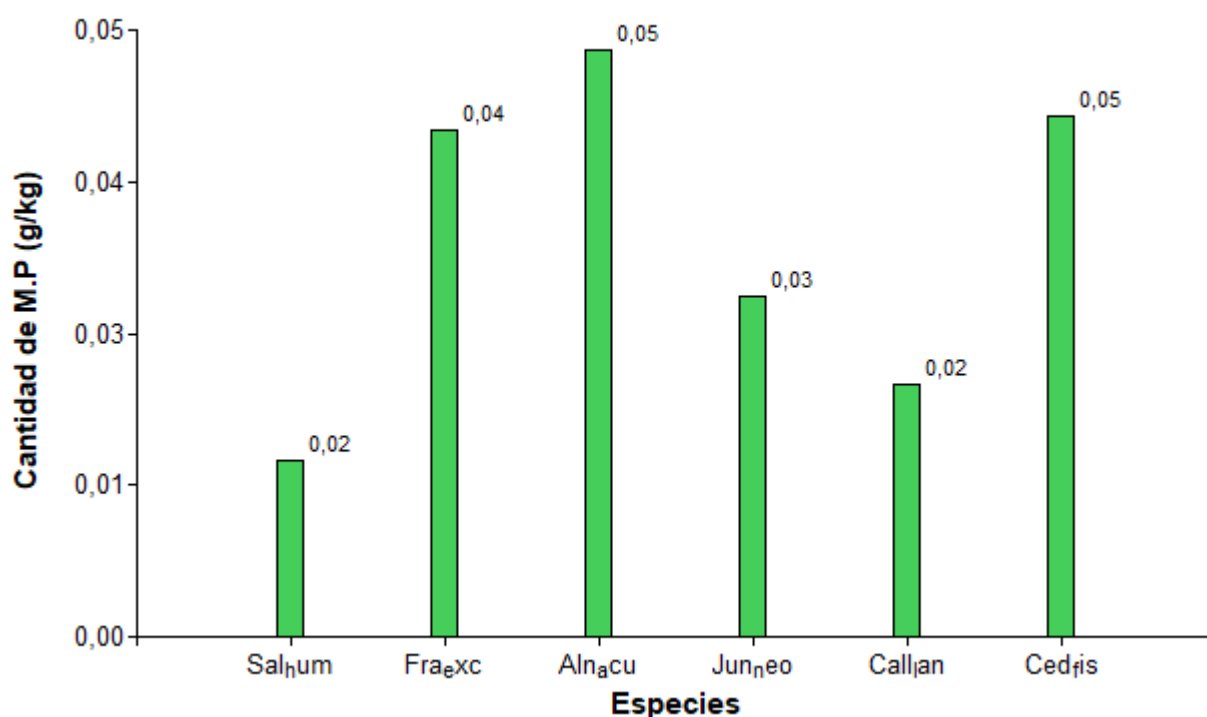
<b>Miraflores</b>								
<b>Variable</b>	<b>Especie</b>	<b>N</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E</b>	<b>Mediana</b>		<b>H</b>	<b>P</b>
					<b>s</b>	<b>Rangos</b>		
M.P	Sal_hum	5	0,02	0,01	0,01	a	4,89	0,4273
M.P	Call_lan	3	0,02	0,02	0,01	a		
M.P	Fra_exc	6	0,04	0,04	0,03	a		
M.P	Jun_neo	3	0,03	0,02	0,03	a		
M.P	Aln_acu	4	0,05	0,03	0,05	a		
M.P	Ced_fis	2	0,05	0,00021	0,05	a		
<b>Paraíso</b>								
MP	Sal_hum	14	0,01	0,01	0,01	a	17,1	0,0042
MP	Sam_mex	2	0,02	0,00014	0,02	ab		
MP	Fra_exc	4	0,03	0,02	0,03	ab		
MP	Aca_dea	9	0,03	0,01	0,03	b		
MP	Jac_mim	6	0,04	0,01	0,04	b		
MP	Chi_pub	4	0,04	0,01	0,04	b		
<b>Madre</b>								
MP	Bou_ga	3	0,01	0,01	0,02	a	11,72	0,1092
MP	Tec_sta	4	0,02	0,01	0,01	a		
MP	Aca_dea	3	0,02	0,02	0,03	ab		
MP	Gre_rob	3	0,03	0,03	0,03	ab		
MP	Fra_exc	4	0,04	0,02	0,03	ab		
MP	Jac_mim	2	0,05	0,03	0,05	ab		
MP	Hib_rosa_sin	5	0,07	0,06	0,06	b		
MP	Chi_pub	2	0,05	0,02	0,05	b		
<b>Tarqui-Guzho</b>								

MP	Tec_sta	2	0,02	0,01	0,02	a	19,32	0,0131
MP	Call_lan	3	0,02	0,02	0,02	a		
MP	Euc_lyp	25	0,02	0,02	0,02	a		
MP	Ing_sp	2	0,03	0,01	0,03	ab		
MP	Aln_acu	2	0,04	0,02	0,04	ab		
MP	Pru_ser	4	0,06	0,04	0,06	ab		
MP	Aca_dea	2	0,04	0,01	0,04	ab		
MP	Eri_jap	3	0,12	0,04	0,14	b		
MP	Ery_ina	2	0,13	0,02	0,13	b		

**Nota:** N = número; D.E = Desviación estándar; P = Probabilidad.

En la Tabla 6 podemos encontrar los rangos de adherencia de material particulado en las hojas en los parques objetos de estudio. Para la cuantificación de material particulado adherido a las hojas de las especies presentes en los parques estudiados se realizó el test de *Shapiro Wilks* donde se obtuvo valores de  $P < 0,0125$ ;  $0,0290$ ;  $0,0001$  y  $0,0001$  para el parque Miraflores, Paraíso, Madre y Tarqui Guzho demostrando que los datos no son normales. Seguido del test de *Kruskal Wallis* donde la probabilidad  $P = 0,4273$  en el parque Miraflores y  $0,1092$  en el parque de la Madre teniendo significancia entre los valores obtenidos. Para el caso del parque Paraíso y Tarqui-Guzho se obtuvo un valor de  $P = 0,0042$  y  $0,0131$  respectivamente demostrando que los datos no son significativos entre las especies presentes en dichos parques.

### Material particulado adherido a las especies en el parque Miraflores

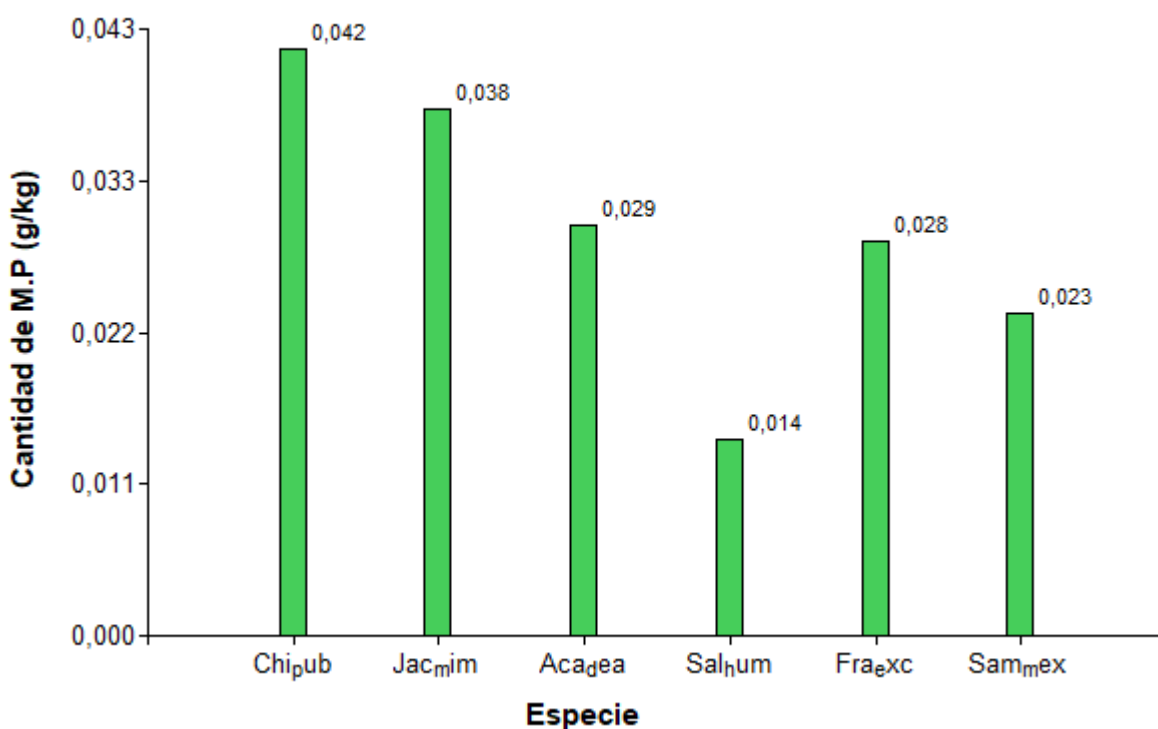


**Figura 14.** Cantidad de material particulado adherido a las hojas de las especies presentes en el parque Miraflores.

**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.

En la Figura 14 encontramos la cantidad de material particulado adherido a las hojas de las especies presentes en el parque Miraflores. En donde, se encuentra que la especie con mayor cantidad de material particulado adherido a las hojas fue *Alnus Acuminata* con una media de 0,05 g MP / kg materia seca.

### Material particulado adherido a las especies en el parque Paraíso

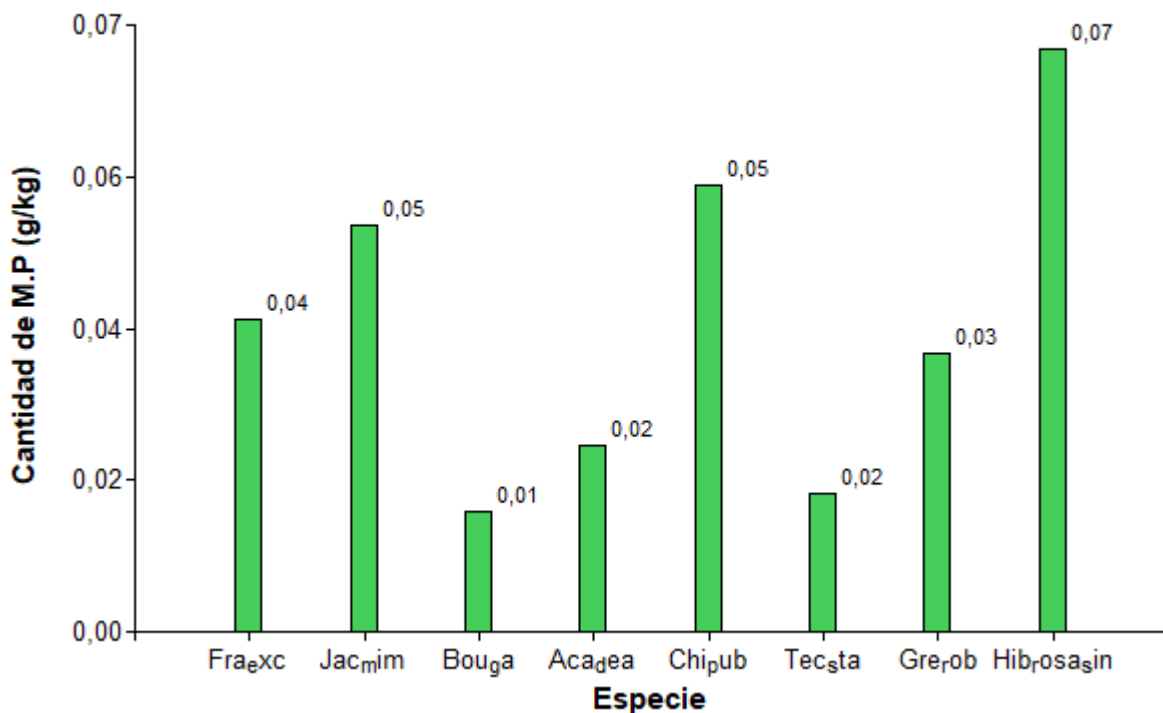


**Figura 15.** Cantidad de material particulado adherido a las hojas de las especies presentes en el parque Paraíso.

**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.

En la Figura 15 podemos encontrar que en el parque Paraíso existieron especies en las cuales se encontraron adherido cantidades similares de material particulado a sus hojas, predominando *Chionantus pubescens* con 0,042 g MP / kg materia seca, seguida de *Jacaranda mimosifolia* con un valor de 0,038 g MP/ kg de materia seca.

### Material particulado adherido a las especies en el parque de la Madre



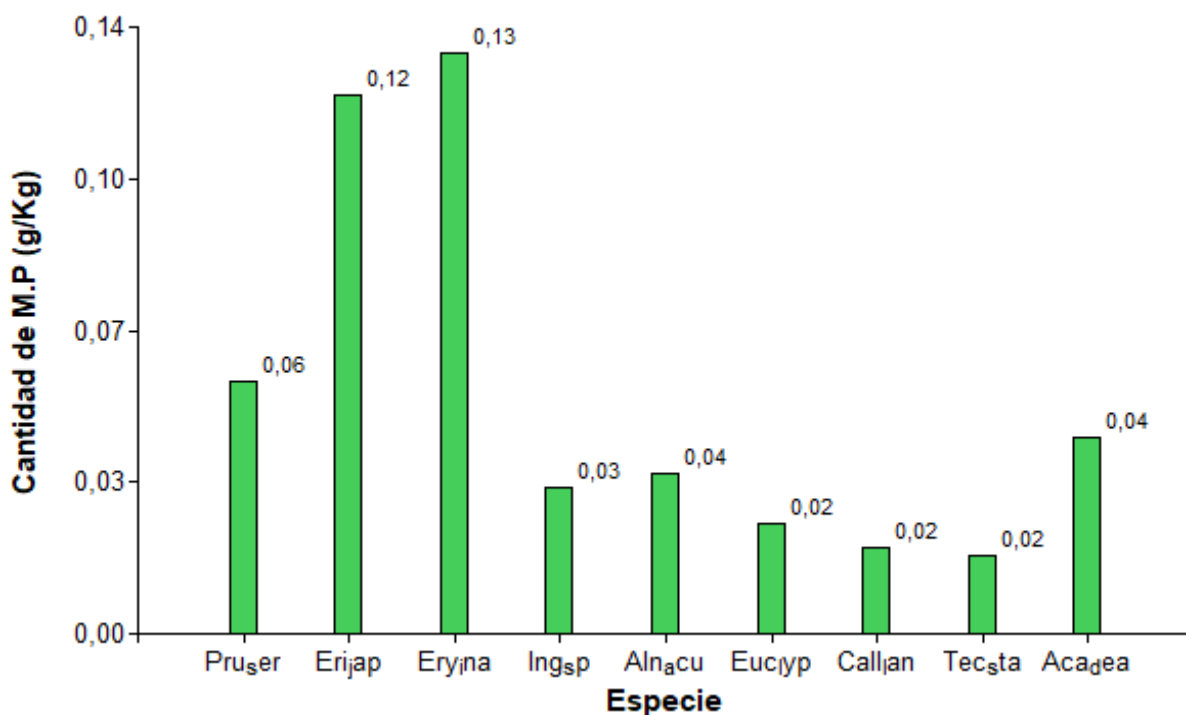
**Figura 16.** Cantidad de material particulado adherido a las hojas de las especies presentes en el parque de la Madre.

**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.

En la Figura 16 se encontró que, en el parque de la Madre, la especie que adhiere mayor cantidad de material particulado a sus hojas es *Hibiscus rosa sinensis* con 0,07 g MP / kg materia seca. Sin embargo, se despreció a especies como *Yucca gigantea* ya que solo existe un individuo en toda la zona de estudio, pero adherido 0,25 g MP / kg materia seca.



### Material particulado adherido a las especies en el parque Tarqui Guzho



**Figura 17.** Cantidad de material particulado adherido a las hojas de las especies presentes en el parque Tarqui - Guzho.

**Fuente:** Arévalo, Daisy y Balarezo, Ana.

En la Figura 17 encontramos que la especie que adhiere mayor cantidad de material particulado a sus hojas es *Erytrina edulis* con un valor de 0,13 g de MP / kg de materia seca en el parque de Tarqui-Guzho. De la misma manera, se despreciaron a especies como *Delostoma integrifolium* por existir un solo individuo, pero adhiere a sus hojas 0,20 g MP / kg de materia seca.

## 7. DISCUSIÓN

### a. **Determinar la riqueza de especies forestales ornamentales en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.**

Un estudio realizado en Cuenca sobre biodiversidad urbana señala que entre las especies más representativas en las zonas urbanas de Cuenca son *Tecoma stans* y *Fraxinus excelsior*. De igual manera, mencionan especies que pueden ser introducidas en las áreas verdes por sus beneficios, uno ellos el fortalecimiento de la estructura ecológica. Así mismo, indican que se puede implementar en las zonas urbanas especies como: *Cedrela montana*, *Tecoma stans*, *Inga edulis*, entre otras. De las cuales en la presente investigación tenemos esas especies inventariadas y secuestran alrededor de 24,04; 15,85 y 0,735 Mg C / ha respectivamente (Acosta 2014; Cordero et al. 2015).

Ruiz et al., (2014) en su estudio realizado en un parque de Veracruz mencionan la presencia de especies como *Pinus*, *Acacia*, *Eucalyptus globulus* y *Grevillea robusta*, siendo las últimas dos especies muy escasas, que están en un proceso de restauración; y su escasez debido a la tala para utilización en leña, y deforestación con fines de incrementar el uso en potreros y la agricultura. De igual forma, las especies *Pinus* y *Grevillea robusta* se encontraron en la presente investigación siendo especies escasas, debido a que son especies rústicas y no son tomadas en cuenta por los beneficios que aportan para la asimilación de carbono con la reducción de contaminantes ambientales para la sociedad.

En el distrito metropolitano de Quito se realizó un inventario de especies que predominan como: *Eucalyptus globulus*, *Acacia melanoxylon*, *Mimosa quitensis*, *Pinnus patula*, entre otras. De las cuales, podemos resaltar la presencia de géneros como *Acacia*, *Pinnus*, *Eucalyptus* en las áreas verdes de la ciudad de Cuenca. Cabe mencionar, que en dicho estudio la especie *Eucalyptos globulus* es una especie invasiva y preocupa a la municipalidad porque suele provocar daños por sus caídas (Cumbagin & Mejía 2016).

En un estudio realizado en la Universidad de Arequipa sobre las áreas verdes se encontraron géneros como: *Fraxinus*, *Salix*, *Yucca*, *Tecoma*, *Jacaranda*, *Eucalyptus*, *Hibiscus*, *Prunus*, *Bouganvilla* entre otras. De las cuales, los géneros encontrados en el

estudio antes mencionado, la mayoría de las especies se encuentran presentes en las cuatro zonas estudiadas en la ciudad de Cuenca, Ecuador; y se encuentran géneros como *Eucalyptus* y *Salix*, que se encuentran dominando en 3 de los cuatro parques estudiados (Borja 2019).

**b. Estimar la cantidad de carbono fijado en las especies forestales ornamentales de cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.**

De las especies que fijan mayores cantidades de carbono dentro de nuestro estudio se encuentran especies como *Acacia dealbata*: (acacia) en el parque Paraíso y de la Madre; *Eucalyptus globulus*: (Eucalipto) en el parque Tarqui-Guzho; *Fraxinus excelsior* (fresno) en el parque de la madre; y *Salix humboldtiana* (sauce) en el parque Miraflores y Paraíso. En el parque de la Madre y paraíso de la ciudad de Cuenca se presentan valores de asimilación de carbono en especies como: *Salix humboldtiana* (sauce) con asimilación de 42,34 Mg de carbono; *Acacia dealbata* (acacia) 3,86 Mg de carbono; *Eucalyptus globulus* (eucalipto) con asimilaciones de 3,37 Mg; y *Pinus radiata* (pino) con 2,23 Mg resultados contrastados con el estudio de (Jiménez & Peralta 2019).

Muñoz & Vásquez (2020) en su investigación realizada en 28 parques de la ciudad de Cuenca con respecto a la fijación de carbono en las especies presentes, teniendo resultados similares a los obtenidos en nuestro estudio resaltando especies como *Salix humboldtiana* (sauce) que asimilo alrededor de 607,35 Mg de carbono y *Eucalyptus globulus* (eucalipto) asimilo 9,92 Mg de carbono. Se puede atribuir que los valores son más altos ya que se estudiaron más parques y mayor número de individuos en total, a comparación de nuestro estudio que solo se estudiaron cuatro parques y un máximo de 25 individuos en total de cada una de las especies mencionadas. A pesar de ello, las especies asimilaron mayores cantidades de carbono.

Rebaza & Rodriguez (2020), en su estudio sobre la captura de CO<sub>2</sub> en áreas verdes encuentran especies como Álamo, Jacaranda, Nogal, Pino, Eucalipto, entre otras; en donde, asimilan 0,0022; 0,41; 0,54; 0,47; 1,40 Mg C respectivamente. Siendo el eucalipto una de las especies que mayor cantidad de carbono asimila, como se ha mencionado

anteriormente en el presente estudio con un valor de 673,41 kg C /ha a comparación del Álamo que asimila 208,46 kg C, o Jacaranda con 64,92 Mg de C.

Chamorro & Falconi (2019) realizó su estudio en la provincia de Huancayo, Perú; en donde mencionan que la especie que secuestra mayor cantidad de carbono es: *Fraxinus americana* L con 25, 11 Mg C /ha, seguida de *Pinus radiata* con una asimilación de 21,18 Mg C /ha. Por otro lado, en nuestro estudio el género *Fraxinus* asimilo alrededor de 195,07 Mg C /ha y *Pinus* 747,11 Mg C/ ha, no presentaron mayor rango en secuestro de carbono. Del cual, se puede atribuir a que no fue una especie dominante y para el caso del pino estaba presente en una sola especie entre los cuatro parques estudiados.

En nuestro estudio especies como *Tecoma stans* con una media de 15,85 Mg C y *Grevillea robusta* con una media de 253,2 Mg C/ ha no presentaron diferencias significativas en la asimilación de carbono, a comparación de especies como *Salix humboltiana* o *Eucalyptus globulus* que asimilan mayores cantidades, esto debido a la biomasa de las especies. Se obtuvieron datos parecidos como en el estudio realizado por Begazo (2020), donde trabajó con tres especies: *Tecoma stans*, *Grevillea robusta* y *Schinus molle* donde afirman no tener diferencias significativas en la asimilación de carbono entre las tres especies, con valores de asimilación 0,02196; 0,03498 y 0,01452 Mg de carbono respectivamente.

Muñoz & Vásquez (2020) mencionan que en el parque Tarqui- Guzho cuya superficie fue de 16 785 m<sup>2</sup> con 20 individuos estudiados asimilo 5 586,134 Mg C. En contraste, con nuestro estudio donde se tomó una superficie de 1 600m<sup>2</sup> con una asimilación de 16785,69 Mg C. Esto se debe, a que en nuestro estudio se analizaron un total de 48 individuos incrementando la cantidad de asimilación de carbono en el parque.

**c. Cuantificar la cantidad de material particulado adherido a las hojas de las especies forestales ornamentales en cuatro parques urbanos de la ciudad de Cuenca.**

En nuestro estudio las especies que más material particulado adhiere a sus hojas fueron: *Alnus acuminata*, *Cedrela fissilis*, *Hibiscus rosa sinensis*, *Chionanthus pubescens*, *Jacaranda mimosifolia*, *Erythrina edulis*, *Delostoma integrifolium*. De esta forma, podemos

decir que es por el tipo de hoja que poseen, por sus nervaduras y vellosidades tal como mencionan otros autores (Litschike & Kuttler 2008). Así mismo, Litschike & Kuttler (2008) explican que la fijación del material particulado a las hojas de las especies depende de diversos factores como sus características morfológicas, velocidad del viento, tipo de especies y su superficie rugosa.

Dalmaso et al., (1997) en su estudio evaluaron 64 especies de las cuales el género *Acacia* tuvo una mejor captación de material particulado y la especie *Eucalyptus* una menor asimilación de material particulado. Debido a la ubicación de las especies en relación al área de contaminación, esto contrasta los resultados de nuestra investigación, porque *Acacia* y *Eucalyptus* obtuvieron captaciones menores ya que como variable no se consideró la distancia entre el área de contaminación y la toma de muestras.

De la misma manera, Wróblewska & Ryong (2021) en su estudio mencionan que como resultado que la especie *Salix babylonica* obtuvo asimilaciones de 3–35 % en el haz de la hoja y de un 10 - 50 % en el envés. De tal forma, se puede corroborar con nuestro estudio, sin embargo, los autores mencionan que los análisis se realizaron en el haz de las hojas y en nuestro estudio se realizó en el haz y envés de la hoja.

Dzierzanowski et al., (2011) en su estudio trabajaron con especies como: *Fraxinus excelsior*, mencionando que dicha especie adhiere más de  $2,5 \times 10^{-5}$  g de material particulado en la cutícula de sus hojas. Mientras que, en nuestro estudio dicha especie adhiere alrededor de 0,05 g de material particulado. Ocasionado por la metodología utilizada, ya que los autores recolectaron hojas solo de cuatro plantas de la misma especie y para nuestro caso recolectamos 25 hojas de cada una de las especies.

Zegarra (2018) menciona que no obtuvieron datos significativos entre el material particulado y las zonas de muestreo a pesar que las muestras fueron recolectadas en la Av. 10 de agosto de la Ciudad de Cuenca. Así mismo, se en nuestro estudio tampoco se presentaron diferencias significativas entre los valores de adherencia de material particulado y los cuatro parques estudiados. Esto debido, a la diversidad de especies estudiadas por ejemplo tenemos especies como: *Acacia dealbata* (0,022 g), *Salix humboldtiana* (0,002 g) que sus hojas son pequeñas y no adhiere mucho material

particulado a comparación de *Fraxinus excelsior* (0,106 g) o *Chionanthus pubescens* (0,069 g) que asimilan un poco más por el tamaño de sus hojas.

## 8. CONCLUSIONES

Respondiendo a la pregunta de investigación sobre la riqueza de especies forestales ornamentales, podemos mencionar que no existe una diferencia significativa entre las especies presentes en los cuatro parques. Por lo que, hay especies que se encuentran en las cuatro zonas de estudio como: *Tecoma stans* y *Prunus serotina*. Además, hay especies que se encuentran en tres de los cuatro parques como: *Acacia dealbata*, *Fraxinus excelsior*, *Erythrina edulis* y *Jacaranda mimosifolia*, obteniendo mayor riqueza y diversidad de especies en el parque de la madre, a diferencia de las otras zonas de estudio, atribuyendo al área inventariada, ya que si se tomara un área mayor podríamos obtener una mayor diversidad entre parques.

Con respecto a la fijación de carbono de las especies forestales, podemos mencionar que no todas las especies fijan las mismas cantidades de carbono. En tal sentido, existen especies que asimilan mayores cantidades como: *Acacia dealbata*, *Fraxinus excelsior* y *Salix humboldtiana*. De tal forma, ocasionado por el DAP y altura de las especies a comparación de especies que fijan menores cantidades por ejemplo *Myrcianthes hallii*, *Rosa sp.*

Por otra parte, para la adherencia de material particulado a las hojas de las especies forestales ornamentales, no presentaron diferencias significativas en la cantidad de material particulado adherido a sus hojas, determinado que todas las especies estudiadas asimilaron cantidades de material particulado, pero algunas en mayor cantidad. Por ejemplo, la especie *Erythrina* que tienen sus hojas grandes, pero no adhieren altos valores de material particulado; y la especie *Hibiscus rosa sinensis* que tiene el tamaño de sus hojas medianas y presentaban mayores cantidades de material particulado en las nervaduras y puntas de las mismas.

Para la identificación de las especies se recolectó las muestras en una época lluviosa; sin embargo, se encontraron grandes cantidades de material particulado en algunas de las hojas de las especies estudiadas. Lo que demuestra, que la fuerza de las gotas de lluvia no desprende en su totalidad la cantidad de material particulado que se adhiere a las hojas.

## 9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar más estudios científicos en los diferentes parques y áreas verdes, con la finalidad de generar información importante sobre cada especie.
- Se recomienda al Ministerio del ambiente generar una guía de implementación para la plantación y la tala de especies vegetales en los parques, con la finalidad de regular la tala en los diferentes parques y áreas verdes.
- Se recomienda que en futuras investigaciones analizar la importancia de las especies, con el propósito de conocer cuál especie asimila mayores cantidades de carbono y material particulado. Además, se recomienda realizar la recolección del material particulado en verano para contrastar la información del presente estudio que se realizó en época lluviosa.
- Se recomienda a la población en general implementar más áreas verdes, la siembra de árboles forestales ornamentales, con la finalidad de contribuir al medio ambiente en la asimilación del material particulado y del carbono existente en las diferentes ciudades.
- Se recomienda sembrar especies como: *Delostoma integrifolium*, debido a sus cualidades morfológicas que ayudan a mitigar los efectos del cambio climático mediante la adherencia del material particulado a sus hojas: Además, de servir como especie ornamental atractiva a la vista del ser humano.



## 10. REVISION BIBLIOGRAFICA

- Acosta, César. 2014. "Especies Recomendadas Para La Arborización Urbana de Montería, Colombia." *Nodo: Arquitectura. Ciudad. Medio Ambiente* 8(16):109–17.
- Alcaldía. 2018. *Informe de Calidad Del Aire de Cuenca*. Cuenca.
- Alcántara, Eduardo. 2010. *Análisis de La Movilidad Urbana Espacio, Medio Ambiente y Equidad*. Vol. 1. 1st ed. edited by CAF. Bogotá.
- Álvarez, Mauricio, Sergio Córdoba, Federico Escobar, Giovanny Fagua, Fernando Gast, Humberto Mendoza, Mónica Ospina, Ana Umaña, and Héctor Villarreal. 2004. *Manual de Método Para El Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad*. Vol. 1. Villa, Claudia. Bogotá: Panamericana Formas e Impreso S.A.
- Andrade, Rita. 2012. "Urbanismo y Planificación: Áreas Verdes Urbanas." *Summa Humanitatis* 6(1).
- Arciniegas, César. 2012. "Diagnóstico y Control de Material Particulado.: Partículas Suspendidas Totales y Fracción Respirable PM10." *Luna Azul* 1(34).
- Barra, Ignacio. 2019. "Análisis Del Efecto Del Arbolado Urbano Sobre La Absorción de Material Particulado Respirable (Mp 2,5), Mediante El Software I – Tree Eco Al Interior Del Parque Ecuador En La Ciudad de Concepción ."
- Begazo, Karin. 2020. "Almacenamiento de Carbono de Tres Especies Forestales Presentes En Áreas Verdes de La Ciudad de Lima." Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Borja, Maylin. 2019. "UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA FACULTAD DE AGRONOMÍA ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA." Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa.
- Bravo, Elizabeth. 2011. *La Biodiversidad En El Ecuador*. Vol. 1. 1st ed. Cuenca.
- Cabrera, César, Carlos Ponce, Cristóbal Cantos, Jessica Morán, and Paul Cabrera. 2020. "Vista de ÁREAS VERDES Y ARBOLADO EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN JIPIJAPA." *Ciencia y Tecnología* 13(2).
- Campo, Alicia, and Valeria Duval. 2014. "Diversidad y Valor de Importancia Para La Conservación de La Vegetación Natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina)." *Anales de Geografía* 34(2):25–42.
- Capristan, Roque. 2017. "Manejo de Áreas Verdes En El Distrito de Chaclacayo." Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

- Chamorro, Maria, and Saddams Falconi. 2019. "Potencial de Secuestro de Carbono Por Los Árboles En Los Parques Urbanos de Los Distritos de El Tambo, Huancayo y Chilca." *Universidad Nacional Del Centro Del Perú* 1–160.
- Chave, J., C. Andalo, S. Brown, M. A. Cairns, J. Q. Chambers, D. Eamus, H. Fölster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J. P. Lescure, B. W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riéra, and T. Yamakura. 2005. "Tree Allometry and Improved Estimation of Carbon Stocks and Balance in Tropical Forests." *Oecologia* 145(1):87–99. doi: 10.1007/S00442-005-0100-X.
- Cordero, Paula, Sebastián Vanegas, and María Hermida. 2015. "La Biodiversidad Urbana Como Síntoma de Una Ciudad Sostenible Estudio de La Zona Del Yanuncay En Cuenca, Ecuador." *Maskada* 6(1).
- Corrales, Lenin, and Emily Fung. 2019. "Sistema de Monitoreo de La Biodiversidad y Los Servicios de Los Ecosistemas En El Cantón de Curridabat." *ResearchGate* 1(1).
- Cumbagin, Jorge, and Paúl Mejía. 2016. "UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO." Universidad Politécnica Salesiana, Quito.
- Dalmasso, A., R. Candia, and J. Llera. 1997. "La Vegetación Como Indicadora de La Contaminación Por Polvo Atmosférico." *MULTEQUINA* 6:91–97.
- Dzierzanowski, Kajetan, Robert Popek, Helena Gawrońska, Arne Saebø, and Stanislaw W. Gawroński. 2011. "Deposition of Particulate Matter of Different Size Fractions on Leaf Surfaces and in Waxes of Urban Forest Species." *Internacional de Fitorremediación* 13(10):1037–46. doi: 10.1080/15226514.2011.552929.
- Ecoflujó. 2018. *Estudio Para La Implementación de Áreas Verdes y Jardines de La Asociación de Municipalidades Del Valle Del Maipo (Comunas de Isla de Maipo y El Monte)*. Maipo.
- Egas, Claudia, Paulette Naulin, and Margarita Pérez. 2018. "Urban Pollution by Particulate Matter and Its Effect on Morpho-Anatomical Characteristics of Four Tree Species in Santiago, Chile." *Información Tecnológica* 29(4):111–18. doi: 10.4067/S0718-07642018000400111.
- Emov. 2020. *Informe de Calidad Del Aire de Cuenca*.
- EMOV. 2021. *Más de 75.000 Vehículos Fueron Matriculados En Cuenca Durante El 2021 – EMOV EP*. Cuenca.
- Ferriol, María, S. Muñoz, C. López, H. Merle, and A. Garmendia. 2014. *Capacidad de Retención de Polvo Contaminante de Distintas Especies de Árboles Ornamentales*

*En La Ciudad de Valencia.* Valencia.

- Flores, Gonzalo, and Jessica Chica. 2016. "La Pérdida de Las Áreas Verdes Privadas Como Consecuencia de La Construcción Irregulas. El Caso de Cuenca - Ecuador." *ESTUDIOS SOBRE ARTE ACTUAL*. 4.
- Herrán, Claudia. 2012. *EL CAMINO HACIA UNA ECONOMÍA VERDE-1*. Mexico.
- INEC. 2012. *Índice Verde Urbano 2012*.
- Janhäll, Sara. 2015. "Review on Urban Vegetation and Particle Air Pollution – Deposition and Dispersion." *Atmospheric Environment* 105:130–37. doi: 10.1016/J.ATMOENV.2015.01.052.
- Jiménez, Alisson, and María Peralta. 2019. "Carbono Secuestrado En Los Árboles de Dos Parques de La Ciudad de Cuenca." Universidad del Azuay, Cuenca.
- Jiménez, Javier, Gerardo Cuéllar, and Eduardo Treviño. 2013. *Áreas Verdes Del Municipio de Monterrey*. Monterrey.
- Litschike, Tom, and Wilhelm Kuttler. 2008. "On the Reduction of Urban Particle Concentration by Vegetation - A Review." *Meteorologische Zeitschrift* 17(3):229–40. doi: 10.1127/0941-2948/2008/0284.
- MAE. 2010. *Plan Nacional de La Calidad Del Aire*. Quito.
- MAE. 2018. *Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente*. Quito.
- Mahecha, Germán. 2015. "Diversidad Alfa, Beta u Gamma En Hongos de Micorriza Arbuscular (HMA) En El Cultivo de Banano (Musa Paradisiaca) En Colombia." Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá.
- Maldonado, Mercy. 2015. "Estudio de Mercado Para La Implementación de Una Empresa de Producción y Comercialización de Plantas Ornamentales y de Diseño de Jardines. Quito, Pichincha." Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Martínez, Claudio. 2004. "Valoración Económica de Áreas Verde Urbanas de Uso Público En La Comuna de La Reina." Universidad de Chile, Santiago.
- Maylle, Enith. 2017. "Determinación de Cantidades de Carbono Secuestrado En Las Áreas Verdes Del Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Ucayali 2015." Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa.
- Minga, Danilo, and Alfonso Verdugo. 2016. *Árboles y Arbustos de Los Ríos de Cuenca Azuay-Ecuador*. Vol. 1. 1st ed. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Mota, Cesar, Carlos Alcaraz, María Iglesias, María Martínez, and Micaela Carvajal. 2009. *Investigación Sobre La Absorción de CO2 Por Los Cultivos Más Representativos*.

Murcia.

- Muñoz, María, and Edison Vásquez. 2020. "Estimaciones Del Potencial de Captura de Carbono En Los Parques Urbanos y Emisiones de CO2 Vehicular En Cuenca, Ecuador." UPS, Cuenca.
- Murray Sharon. 2000. "EL ECOSISTEMA FORESTAL URBANO EN QUITO." *Silvicultura Urbana y Periurbana En Quito, Ecuador: Estudio de Caso*. Retrieved June 24, 2022 (<https://www.fao.org/3/W7445S/w7445s00.htm#Contents>).
- Naciones Unidas. 2015. *Acuerdo de París*.
- National Geographic. 2019. *Más Del 90% de La Población Mundial Respira Aire Contaminado*. España.
- Nowak, David J., Daniel E. Crane, and Jack C. Stevens. 2006. "Air Pollution Removal by Urban Trees and Shrubs in the United States." *Urban Forestry & Urban Greening* 4(3–4):115–23. doi: 10.1016/J.UFUG.2006.01.007.
- NUCC. 2016. "El Acuerdo de París ." *Naciones Unidas*. Retrieved June 24, 2022 (<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>).
- ODS. 2020a. "Acción Por El Clima." *Naciones Unidas*. Retrieved June 24, 2022 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>).
- ODS. 2020b. "Ciudades y Comunidades Sostenibles." *Naciones Unidas*. Retrieved June 24, 2022 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>).
- Ordóñez, José. 2008. "Cómo Entender El Manejo Forestal, La Captura de Carbono y El Pago de Servicios Ambientales." *Redalyc* 1(99):37–42.
- Pacheco, Diego, and Luis Ávila. 2012. *Inventario de Parques y Jardines de La Ciudad de Cuenca Con UAV y Smartphones*. Cuenca.
- Pacheco, Diego, Emanuel Martínez, Francisco Salgado, Danilo Minga, and Omar Delgado. 2018. *Sistema de Inventario Forestal de Parques Urbanos de La Ciudad de Cuenca*. Cuenca.
- Penman, Jim, Michael Gytarsky, Taka Hiraishi, Thelma Krug, Dina Kruger, Riitta Pipatti, Leandro Buendia, Kyoko Miwa, Todd Ngara, Kiyoto Tanabe, and Fabian Wagner. 2003. *Intergovernmental Panel on Climate Change Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC*. Vol. 2108. 11th ed. Hayanna.
- Pla, Laura. 2006. "Biodiversidad: Inferencia Basada En El Índice de Shannon y La

- Riqueza.” *Interciencia* 31(8).
- Rebaza, Lennin, and Katerine Rodriguez. 2020. “Cuantificación de Dióxido de Carbono Por La Captura En Las Áreas Verdes de La Universidad Nacional.” Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Rendón, Rosa. 2010. “Espacios Verdes Públicos y Calidad de Vida.” *CIVMEXICAL* 1.
- Rodas, Claudia, Ronny Zegarra, Susana Andrade, Mayra Parra, and Danilo Mejía. 2020. “Análisis Espacial de PM10 En El Aire y Su Composición de Metales Con Relación a Factores Ambientales Alrededor de Centros de Educación Preescolar En Cuenca.” *MASKADA* 11(1).
- Rodríguez, Luis, Francisco Guevara, Luis Reyes, Jesús Ovando, Miguel Prado, and Rady Campos. 2016. “Estimación de Biomasa y Carbono Almacenado En Bosques Comunitarios de La Región Frailesca de Chiapas, México.” *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 7(37).
- Ruiz, César, Vicente Vazquez, María Martínez, Lucio Murrieta, and María Perea. 2014. “Árboles y Arbustos Registrados En El Parque Ecológico Molino de San Roque, Municipio de Xalapa, Veracruz.” *Madera y Bosque* 20(2).
- Silva, Evodia, Valentina Martínez, Maite Lascurain, and Ernesto Rodríguez. 2018. *De La Recreación a Los Agroecosistemas, Soberanía Alimentaria y Conservación de La Biodiversidad*. Vol. 1. 1st ed. Xalapa: Universidad Veracruzana.
- Téllez, Jairo, Alba Rodríguez, and Álvaro Fajardo. 2006. “Contaminación Por Monóxido de Carbono: Un Problema de Salud Ambiental.” *Salud Publica* 8(1).
- Vargas, Oscar, Juan Trujillo, and Marco Torres. 2017. “The Green Economy: A Necessary Environmental and Social Change in Today’s World.” *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 8(2):175–86.
- Vásquez, Ana, Silverio Garzón, and Helberg Santofimio. 2013. “Caracterización Florística Asociada Al Hábitat de Dendrobatidae (Amphibia: Anura), En La Localidad de Pianguita (Bahía de Buenaaventura, Pacífico Colombiano).” *Museo de Historia Natural* 17(1):17–32.
- Wiesner, Diana. 2007. “Proyectos de Planeación Del Paisaje, Ensoñaciones Sobre Lo Silvestre En Bogotá.” *Arquitectura* 9:28–37.
- Wróblewska, Katarzyna, and Byoubg Ryong. 2021. “Effectiveness of Plants and Green Infrastructure Utilization in Ambient Particulate Matter Removal.” *Environmental Sciences Europe* 2021 33:1 33(1):1–24. doi: 10.1186/S12302-021-00547-2.

Zegarra, Ronny. 2018. "Determinación de Especies Vegetales Para La Captura y Retención de Material Particulado En La Zona Urbana de La Ciudad de Cuenca." Universidad de Cuenca, Cuenca.

## 11. ANEXOS

### Anexo 1. Información de las especies presentes en las zonas de estudio.

Parque	Nombre Científico	Nombre Común
P. Miraflores	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Miraflores	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Miraflores	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Miraflores	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno
P. Miraflores	<i>Erythrina edulis</i>	Cañaro
P. Miraflores	<i>Pittosporum undulatum</i>	Huesito
P. Miraflores	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
P. Miraflores	<i>Myrcianthes hallii</i>	Arrayan
P. Miraflores	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Miraflores	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno
P. Miraflores	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Miraflores	<i>Grevillea robusta</i>	Roble australiano
P. Miraflores	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
P. Miraflores	<i>Tecoma stans</i>	Sauco amarillo
P. Miraflores	<i>Juglans neotropica</i>	Tocte
P. Miraflores	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno
P. Miraflores	<i>Prunus serotina</i>	Capulí
P. Miraflores	<i>Callistemon lanceolatus</i>	Cepillo rojo
P. Miraflores	<i>Callistemon lanceolatus</i>	Cepillo rojo
P. Miraflores	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
P. Miraflores	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
P. Miraflores	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro colorado
P. Miraflores	<i>Callistemon lanceolatus</i>	Cepillo rojo
P. Miraflores	<i>Juglans neotropica</i>	Tocte
P. Miraflores	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro colorado
P. Miraflores	<i>Eriobotrya japonica</i>	Nispero
P. Miraflores	<i>Juglans neotropica</i>	Tocte
P. Miraflores	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cucarda
P. Miraflores	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno
P. Miraflores	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno
P. Miraflores	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno
P. Paraiso	<i>Chionanthus pubescens</i>	Arupo
P. Paraiso	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
P. Paraiso	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia negra
P. Paraiso	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
P. Paraiso	<i>Tecoma stans</i>	Sauco amarillo
P. Paraiso	<i>Chionanthus pubescens</i>	Arupo
P. Paraiso	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Paraiso	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce



P. Paraiso	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Paraiso	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Paraiso	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Paraiso	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Paraiso	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Paraiso	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia negra
P. Paraiso	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia negra
P. Paraiso	<i>Chionanthus pubescens</i>	Arupo
P. Paraiso	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
P. Paraiso	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
P. Paraiso	<i>Chionanthus pubescens</i>	Arupo
P. Paraiso	<i>Prunus serotina</i>	Capulí
P. Paraiso	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Paraiso	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Paraiso	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia negra
P. Paraiso	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
P. Paraiso	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia negra
P. Paraiso	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno
P. Paraiso	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
P. Paraiso	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia negra
P. Paraiso	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Paraiso	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia negra
P. Paraiso	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Paraiso	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Paraiso	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Paraiso	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce
P. Paraiso	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia negra
P. Paraiso	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno
P. Paraiso	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno
P. Paraiso	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia negra
P. Paraiso	<i>Sambucus mexicana</i>	Tilo
P. Paraiso	<i>Sambucus mexicana</i>	Tilo
P. Paraiso	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno
P. Madre	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno
P. Madre	<i>Melaleuca sp</i>	Árbol del té
P. Madre	<i>Platanus occidentalis</i>	Plátano
P. Madre	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
P. Madre	<i>Erythrina edulis</i>	Cañaro
P. Madre	<i>Yucca gigantea</i>	Ramo de novia
P. Madre	<i>Rosa sp</i>	Rosa
P. Madre	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
P. Madre	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno
P. Madre	<i>Bougainvillea sp</i>	Buganvilla
P. Madre	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno



P. Madre	<i>Bougainvillea sp</i>	Buganvilla
P. Madre	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno
P. Madre	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
P. Madre	<i>Pinus</i>	Pino
P. Madre	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia negra
P. Madre	<i>Chionanthus pubescens</i>	Arupo
P. Madre	<i>Bougainvillea sp</i>	Buganvilla
P. Madre	<i>Tecoma stans</i>	Sauco amarillo
P. Madre	<i>Tecoma stans</i>	Sauco amarillo
P. Madre	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia negra
P. Madre	<i>Grevillea robusta</i>	Roble australiano
P. Madre	<i>Sambucus mexicana</i>	Tilo
P. Madre	<i>Grevillea robusta</i>	Roble australiano
P. Madre	<i>Tecoma stans</i>	Sauco amarillo
P. Madre	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cucarda
P. Madre	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cucarda
P. Madre	<i>Grevillea robusta</i>	Roble australiano
P. Madre	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cucarda
P. Madre	<i>Prunus serotina</i>	Capulí
P. Madre	<i>Chionanthus pubescens</i>	Arupo
P. Madre	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cucarda
P. Madre	<i>Tecoma stans</i>	Sauco amarillo
P. Madre	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia
P. Madre	<i>Cedrela montana</i>	Flor de madera
P. Madre	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cucarda
P. Madre	<i>Populus balsamifera</i>	Álamo
P. Madre	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia negra
P. Tarqui-Guzho	<i>Prunus serotina</i>	Capulí
P. Tarqui-Guzho	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro colorado
P. Tarqui-Guzho	<i>Eriobotrya japonica</i>	Nispero
P. Tarqui-Guzho	<i>Erythrina edulis</i>	Cañaro
P. Tarqui-Guzho	<i>Erythrina edulis</i>	Cañaro
P. Tarqui-Guzho	<i>Inga sp</i>	Guabo
P. Tarqui-Guzho	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
P. Tarqui-Guzho	<i>Delostoma integrifolium</i>	Guaylo
P. Tarqui-Guzho	<i>Prunus serotina</i>	Capulí
P. Tarqui-Guzho	<i>Eriobotrya japonica</i>	Nispero
P. Tarqui-Guzho	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda
P. Tarqui-Guzho	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto
P. Tarqui-Guzho	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto
P. Tarqui-Guzho	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
P. Tarqui-Guzho	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto
P. Tarqui-Guzho	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto
P. Tarqui-Guzho	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto



P. Miraflores	<i>Juglans neotropica</i>	Tocte	3
P. Miraflores	<i>Prunus serotina</i>	Capulí	1
P. Miraflores	<i>Callistemon lanceolatus</i>	Cepillo rojo	3
P. Miraflores	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro colorado	2
P. Miraflores	<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	1
P. Miraflores	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cucarda	1
<b>Total de individuos</b>			<b>31</b>

**Anexo 3.** Lista de especies presentes en el parque el paraíso.

Parque	Nombre Científico	Nombre Común	N_individuos
P. Paraiso	<i>Chionanthus pubescens</i>	Arupo	3
P. Paraiso	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	6
P. Paraiso	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia negra	9
P. Paraiso	<i>Tecoma stans</i>	Sauco amarillo	1
P. Paraiso	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	14
P. Paraiso	<i>Prunus serotina</i>	Capulí	1
P. Paraiso	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno	4
P. Paraiso	<i>Sambucus mexicana</i>	Tilo	2
<b>Total de individuos</b>			<b>40</b>

**Anexo 4.** Lista de especies presentes en el parque de la Madre.

Parque	Nombre Científico	Nombre Común	N_individuos
P. Madre	<i>Fraxinus Excelsior</i>	Fresno	4
P. Madre	<i>Melaleuca sp</i>	Árbol del té	1
P. Madre	<i>Platanus occidentalis</i>	Plátano	1
P. Madre	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	3
P. Madre	<i>Erythrina edulis</i>	Cañaro	1
P. Madre	<i>Yucca gigantea</i>	Ramo de novia	1
P. Madre	<i>Rosa sp</i>	Rosa	1
P. Madre	<i>Bougainvillea sp</i>	Buganvilla	3
P. Madre	<i>Pinus</i>	Pino	1
P. Madre	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia negra	3
P. Madre	<i>Chionanthus pubescens</i>	Arupo	2
P. Madre	<i>Tecoma stans</i>	Sauco amarillo	4
P. Madre	<i>Grevillea robusta</i>	Roble australiano	3
P. Madre	<i>Sambucus mexicana</i>	Tilo	1
P. Madre	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Cucarda	5
P. Madre	<i>Prunus serotina</i>	Capulí	1
P. Madre	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia	1
P. Madre	<i>Cedrela montana</i>	Flor de madera	1

P. Madre	<i>Populus balsamifera</i>	Álamo	1
<b>Total de individuos</b>			<b>38</b>

**Anexo 5. Lista de especies presentes en el parque Tarqui Guzho.**

Parque	Nombre Científico	Nombre Común	N_individuos
P. Tarqui-Guzho	<i>Prunus serotina</i>	Capulí	4
P. Tarqui-Guzho	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro colorado	1
P. Tarqui-Guzho	<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	3
P. Tarqui-Guzho	<i>Erythrina edulis</i>	Cañaro	2
P. Tarqui-Guzho	<i>Inga sp</i>	Guabo	2
P. Tarqui-Guzho	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	2
P. Tarqui-Guzho	<i>Delostoma integrifolium</i>	Teterete	1
P. Tarqui-Guzho	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	1
P. Tarqui-Guzho	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	25
P. Tarqui-Guzho	<i>Callistemon lanceolatus</i>	Cepillo rojo	3
P. Tarqui-Guzho	<i>Tecoma stans</i>	Sauco amarillo	2
P. Tarqui-Guzho	<i>Acacia dealbata</i>	Acacia negra	2
<b>Total de individuos</b>			<b>48</b>

**Anexo 6. Prueba de Kruskal Wallis en el parque Miraflores con todos los individuos.**

Variable	Especie	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
M.P	Aln_acu	4	0,05	0,03	0,05	12,79	0,4622
M.P	Call_lan	3	0,02	0,02	0,01		
M.P	Ced_fis	2	0,05	2,1E-03	0,05		
M.P	Eri_jap	1	0,02	0,00	0,02		
M.P	Ery_ina	1	0,07	0,00	0,07		
M.P	Fra_exc	6	0,04	0,04	0,03		
M.P	Gre_rob	1	0,03	0,00	0,03		
M.P	Hib_rosa_sin	1	0,08	0,00	0,08		
M.P	Jun_neo	3	0,03	0,02	0,03		
M.P	Myr_hall	1	2,0E-03	0,00	2,0E-03		
M.P	Pitt_und	1	0,01	0,00	0,01		
M.P	Pru_ser	1	3,0E-03	0,00	3,0E-03		
M.P	Sal_hum	5	0,02	0,01	0,01		
M.P	Tec_sta	1	0,02	0,00	0,02		

**Anexo 7. Prueba de Kruskal Wallis en el parque Paraíso con todos los individuos.**

Variable	Especie	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
M.P	Aca_dea	9	0,03	0,01	0,03	19,96	0,0055
M.P	Chi_pub	4	0,04	0,01	0,04		
M.P	Fra_exc	4	0,03	0,02	0,03		
M.P	Jac_mim	6	0,04	0,01	0,04		
M.P	Pru_ser	1	0,00	0,00	0,00		
M.P	Sal_hum	14	0,01	0,01	0,01		
M.P	Sam_mex	2	0,02	1,4E-03	0,02		
M.P	Tec_sta	1	0,02	0,00	0,02		

**Anexo 8. Prueba de Kruskal Wallis en el parque de la Madre con todos los individuos.**

Variable	Especie	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
M.P	Aca_dea	3	0,02	0,02	0,03	23,38	0,2194
M.P	Aca_mel	1	0,01	0,00	0,01		
M.P	Bou_ga	3	0,01	0,01	0,02		
M.P	Ced_mon	1	4,0E-03	0,00	4,0E-03		
M.P	Chi_pub	2	0,05	0,02	0,05		
M.P	Ery_ina	1	0,04	0,00	0,04		
M.P	Fra_exc	4	0,04	0,02	0,03		
M.P	Gre_rob	3	0,03	0,03	0,03		
M.P	Hib_rosa_sin	5	0,07	0,06	0,06		
M.P	Jac_mim	2	0,05	0,03	0,05		
M.P	Jaca_co	1	0,03	0,00	0,03		
M.P	Mela_leu	1	0,05	0,00	0,05		
M.P	Pi_nuss	1	0,01	0,00	0,01		
M.P	Pla_occ	1	0,06	0,00	0,06		
M.P	Pop_bal	1	0,04	0,00	0,04		
M.P	Pru_ser	1	0,03	0,00	0,03		
M.P	Rosa	1	0,01	0,00	0,01		
M.P	Sam_mex	1	0,02	0,00	0,02		
M.P	Tec_sta	4	0,02	0,01	0,01		
M.P	Yuc_gig	1	0,25	0,00	0,25		

**Anexo 9. Prueba de Kruskal Wallis en el parque Tarqui-Guzho con todos los individuos.**

Variable	Especie	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
M.P	Aca_dea	2	0,04	0,01	0,04	24,18	0,0119
M.P	Aln_acu	2	0,04	0,02	0,04		
M.P	Call_lan	3	0,02	0,02	0,02		
M.P	Ced_fis	1	0,06	0,00	0,06		
M.P	Del_int	1	0,20	0,00	0,20		
M.P	Eri_jap	3	0,12	0,04	0,14		
M.P	Ery_ina	2	0,13	0,02	0,13		
M.P	Euc_lyp	25	0,02	0,02	0,02		
M.P	Ing_sp	2	0,03	0,01	0,03		
M.P	Jac_mim	1	0,05	0,00	0,05		
M.P	Pru_ser	4	0,06	0,04	0,06		
M.P	Tec_sta	2	0,02	0,01	0,02		



**Anexo 10. Selección e identificación de las especies presentes en las zonas de estudio.**



**Anexo 11. Toma de datos para la estimación de carbono.**



**Anexo 12. Análisis de las muestras para material particulado.**

