



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

**“CARBONO SECUESTRADO EN LOS ÁRBOLES DE DOS PARQUES DE LA  
CIUDAD DE CUENCA”**

**BIÓLOGO CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

**Autores:**

**ALISSON VIVIANA JIMÉNEZ TENECELA**  
**MARÍA PAZ PERALTA PINTADO**

**Director:**

**M.Sc. Blgo. MINGA OCHOA DANILO ALEJANDRO**

**CUENCA, ECUADOR**

**2019**

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Facultad de Ciencia y Tecnología, a la Escuela de Biología, Ecología y Gestión y a sus docentes por haber formado parte de la construcción y aprendizaje de nuestros conocimientos profesionales.

Encarecidamente a nuestro director de tesis M.Sc. Blgo. Danilo Minga, por su tiempo, predisposición y dedicación en este tema de investigación.

A nuestro tribunal, Dra. Raffaella Ansaloni y M.Sc. Omar Delgado por el aporte dado a través de todas sus observaciones y correcciones para la mejora de este proyecto.

A la Bióloga Mayra Jiménez, quien con sus valiosos conocimientos supo ayudar en el desarrollo e identificación de especies arbóreas de esta investigación.

A nuestros queridos amigos; Gabriela Loja, Marco Ortega, Christian Maldonado y Guillermo Sarmiento por su tiempo y colaboración en la misma.

“De una pequeña semilla puede crecer un poderoso tronco”

Esquilo

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación principalmente se lo dedico a Dios, por haberme dado fuerzas para continuar y no decaer hasta cumplir con mi deseo tan anhelado.

A mis padres, por su amor, comprensión, apoyo y sacrificio en todos estos años de estudio, gracias a ustedes por ser mi ejemplo de lucha diaria y por guiarme para convertirme en lo que soy. Es un orgullo ser su hija, son los mejores padres del mundo.

A mi hermano, por estar siempre presente en mis triunfos y en mis derrotas acompañándome cada día siendo una persona ejemplar.

Por último y con el mayor orgullo del mundo quiero dedicar esta tesis a mi hijo Sebitas, que siempre estuvo alentándome y siendo mi sostén en los momentos de debilidad, gracias por ser mi motor de arranque para continuar en el camino de la vida.

Hoy con sentimientos encontrados, quiero dar las gracias a la vida y orgullosamente decir “Por fin, lo logré”.

"El mundo está en manos de aquellos que tienen el coraje de soñar y de correr el riesgo de vivir sus sueños."

P.Coelho

Alisson Jiménez

## **DEDICATORIA**

Este trabajo investigativo quiero dedicarlo primeramente a Dios, quien ha sido guía en el caminar de mi vida, bendiciéndome, brindándome sabiduría y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer.

A mis queridos padres, por inculcar en mí el ejemplo de disciplina, esfuerzo y perseverancia. Quienes, con amor, paciencia y mucho esfuerzo, me han ayudado y apoyado a cumplir uno de mis sueños más anhelados.

A mis hermanos Santiago, Liz Cristina y Jorge por su cariño y apoyo incondicional. Por sus valiosos consejos y por ser motivo de inspiración e impulsarme a conseguir mis metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas mis amigas, que directa o indirectamente participaron en el desarrollo de esta tesis, por apoyarme cuando más las necesito y por extender su mano en momentos difíciles.

María Paz Peralta.

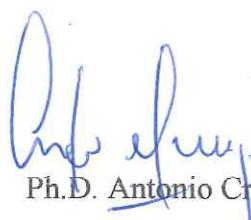
## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN</b> .....	VI
<b>ABSTRACT</b> .....	VII
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	8
<b>OBJETIVOS</b> .....	11
<b>CAPÍTULO I</b> .....	11
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	11
1.1 Servicios Ecosistémicos que ofrecen los árboles: .....	11
1.2 Cambio Climático: .....	13
1.3 Captura de Carbono en Áreas Forestales y Urbanas.....	14
1.4 Ciudad de Cuenca: .....	15
<b>CAPÍTULO II</b> .....	21
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	21
2.1 Descripción del Sitio de Estudio y Metodología: .....	21
2.1.2 Metodología: .....	25
<b>CAPÍTULO III</b> .....	34
<b>RESULTADOS</b> .....	34
3.1 Parque “El Paraíso” .....	34
• 3.2 Parque “De la Madre” .....	47
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	59
<b>DISCUSIÓN</b> .....	59
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:</b> .....	63
<b>ANEXOS:</b> .....	72

## “CARBONO SECUESTRADO EN LOS ÁRBOLES DE DOS PARQUES DE LA CIUDAD DE CUENCA”

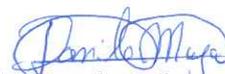
### RESUMEN

Debido a su naturaleza multifuncional, los árboles juegan un rol fundamental en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de las ciudades. Posiblemente la función más importante es la de actuar como sumideros de carbono que ayuda a la mitigación de gases de efecto invernadero; por esta razón se ha realizado un estudio de la biomasa y de la capacidad de secuestro de carbono en dos parques urbanos de la ciudad de Cuenca, Ecuador. Para el efecto se realizó una estimación y comparación de biomasa y contenido de C, entre los años 2017 y 2019. Para estimar el contenido de carbono se empleó un método alométrico, mediante la ecuación propuesta por Chave et al, (2005). Los resultados mostraron que en el parque el Paraíso el contenido de carbono incrementó durante este periodo, mientras que, en el parque De la Madre, sucedió lo contrario. Las especies más relevantes en cuanto a la biomasa y contenido de carbono dentro del parque el Paraíso fue *Salix humboldtiana* Willd, y en el parque De la Madre *Fraxinus excelsior* L con *Acacia dealbata* Link, esto sugiere que la dinámica de manejo de los parques es heterogénea y que, en algunos parques como el De la Madre, existe un deterioro de las funciones ambientales por lo cual es necesario buscar alternativas de manejo para revertir esta situación.



Ph.D. Antonio Crespo

**Coordinador de Escuela**



M.Sc. Danilo Minga

**Director de Titulación**



María Paz Peralta



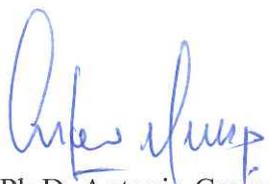
Alisson Jiménez

**Autores**

**ABSTRACT**

**“CARBON SEQUESTED IN THE TREES OF TWO PARKS OF THE CITY OF CUENCA”**

Due to their multifunctional nature, trees play a fundamental role in improving the quality of life of city dwellers. Possibly the most important function is to act as carbon sinks that helps mitigate greenhouse gases; For this reason, a study of biomass and carbon sequestration capacity has been carried out in two urban parks in the city of Cuenca, Ecuador. For this purpose, an estimation and comparison of biomass and C content was made between 2017 and 2019. To estimate the carbon content an allometric method was used, using the equation proposed by Chave et al, (2005). The results showed that in the Paraiso park the carbon content increased during this period, while in the De la Madre park, the opposite happened. The most relevant species in terms of biomass and carbon content within the Paraiso park was *Salix humboldtiana Willd*, and in the De la Madre park *Fraxinus excelsior L* with *Acacia dealbata Link*, this suggests that the dynamics of park management are heterogeneous and that, in some parks such as De la Madre, there is a deterioration of environmental functions, so it is necessary to look for management alternatives to reverse this situation.



Ph.D. Antonio Crespo

**School Coordinator**



M.Sc. Danilo Minga

**Degree Director**



María Paz Peralta



Alisson Jiménez

**Authors**



## INTRODUCCIÓN

Las ciudades, como también otros sistemas, presentan varias interacciones entre los diversos elementos que la componen. El cambio en el uso del paisaje y la constante construcción de infraestructura requerida por las ciudades hacen que los componentes naturales como los árboles pierdan importancia y eficiencia en cuanto su funcionalidad ecosistémica (Céspedes, 2007). El verde urbano, a más de desarrollar funciones de recreación y de bienestar psicofísico, proporciona servicios que ayudan a la eliminación del polvo y de contaminantes gaseosos, reducción del ruido, enriquecimiento de la biodiversidad y la protección del suelo (INEC, 2010).

Las zonas urbanas, tienen un espacio ocupacional de la mayor parte de la población mundial y como sabemos las mismas son grandes fuentes de emisiones de Gas de Efecto Invernadero (GEI), principalmente por el uso de combustibles fósiles (Fernández, 2009). Por otro lado, las zonas urbanas debido su alto índice de población se las conoce como muy vulnerables ante los efectos del cambio climático (Quiroz, 2013) por lo tanto, se las debe considerar como zonas estratégicas y para el desarrollo de proyectos e investigaciones sustentables (INECC, 2012).

La vegetación urbana se la podría denominar como mecanismo natural de mitigación de GEI en las ciudades (Revi *et al.* 2014). De manera que los parques urbanos no sólo pueden actuar como sumideros de carbono naturales al capturar y almacenar el CO<sub>2</sub>, sino que, por su naturaleza multifuncional, pueden brindar y mejorar la calidad de vida de sus habitantes por todos los servicios ambientales que ofrecen (Atiqul, 2011 & Baró *et al.*, 2014). El papel fundamental que juega la vegetación es la capacidad de asimilar el carbono e incorporarlo a su estructura, directamente, lo fija y lo mantiene almacenado por largos periodos, a través de la fotosíntesis. Es por esta razón que los bosques son importantes sumideros de carbono (Ordóñez & Masera, 2001).

Algunas investigaciones han priorizado la eficiencia de los árboles urbanos en el mejoramiento de la calidad del aire, cuantificando su potencial de captura de carbono (Yang

*et al.*, 2005). Actualmente se sabe que el secuestro de CO<sub>2</sub> está directamente relacionado con la tasa de variación interanual de carbono almacenado en la biomasa sobre y bajo el suelo (McPherson, 1998).

Es importante destacar los servicios ambientales que brindan los árboles a la ciudad y por ello la importancia de cuidarlos. Entre algunos de ellos tenemos: captura de carbono, regulación de la temperatura, provisión de agua en calidad y cantidad, generación de oxígeno, barrera contra ruidos, protección y recuperación de los suelos entre otros (Reyes & Gutiérrez, 2010). Los mismos beneficios se encuentran enlazados a la calidad ambiental y la calidad de vida de los habitantes urbanos. (Nowak, 1994; Nowak *et al.*, 1997; Nowak *et al.*, 2007; López, 2008).

En las ciudades los árboles urbanos, arbustos, césped y suelos permeables tienen el potencial para la mitigación local de las emisiones de CO<sub>2</sub>, directa e indirectamente (Escobedo *et al.*, 2011). Las plantas mediante la absorción fotosintética durante el día presentan un almacenamiento primario de carbono en forma de tallos, troncos, ramas y raíces. De forma secundaria, las plantas reducen la demanda de calefacción y refrigeración en los edificios inmediatos al arbolado eficientemente de tres maneras: la primera es que al dar sombra se reduce la cantidad de calor absorbido y almacenado en los edificios; la segunda se debe a que la evapotranspiración de la humedad del follaje disminuye la temperatura del aire; y la tercera forma se debe a que el arbolado ralentiza los vientos, decreciendo la cantidad de calor perdido, y por lo tanto disminuyendo las emisiones relacionadas con el consumo de energía eléctrica en los edificios (McPherson *et al.*, 1998; Nowak & Crane, 2002; Yang *et al.*, 2005; Nowak *et al.*, 2006; Zhao *et al.*, 2010 y Escobedo *et al.*, 2011).

En otros estudios, se ha reportado que la capacidad de captura de CO<sub>2</sub> puede variar debido a que la tasa de crecimiento de la vegetación urbana se ve alterada por el aumento de la temperatura (islas de calor), mayor deposición de nitrógeno y otros contaminantes (Wang & Pataki, 2010). También análisis comparativos han encontrado que existe una diferencia en el potencial de captura CO<sub>2</sub> entre bosques naturales y urbanos (Hyun-Kil, 2002) y, además que la densidad de los árboles urbanos es más baja (en comparación con los bosques

naturales), lo que reduce la competencia entre ellos, cambiando su forma de crecimiento y alometría, lo que permite capturar y almacenar más CO<sub>2</sub> (McHale *et al.*, 2009).

La creciente concentración de habitantes en las ciudades presenta enormes retos a los planificadores urbanos para satisfacer la demanda de infraestructura. El crecimiento de la población y las altas concentraciones de habitantes pueden causar serios daños en los frágiles recursos ambientales y naturales de una ciudad. Cuenca es una de las urbes de Ecuador con mayor déficit de zonas verdes, es decir, lugares de concentración masiva para actividades de recreación. En la ciudad, de acuerdo con datos de la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC-EP), existen alrededor de 208 parques. Los principales y los de mayor extensión son: El Paraíso, Parque de la Madre y el de Miraflores (El Tiempo, 2015; Vera, 2016).

De acuerdo con el proyecto Cinturón Verde, una iniciativa del Municipio de Cuenca, actualmente la ciudad tiene 9,06 metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de área verde por habitante, esto representa 1.668.057,25 metros cuadrados (m<sup>2</sup>). Aquí se incluye el plan denominado Sistema de Megaparques, en donde están los parques: De La Libertad, De La Luz, Eco Parque Ictocruz y Lineal Tarqui-Guzho (El Mercurio, 2018).

Hoy en día los parques lineales, como en los parques urbanos grandes de la ciudad, el Municipio está llevando a cabo a través de la EMAC la reforestación de estas áreas con árboles nativos como: guabisay, molle, capulí, aliso, tocte, nogal, guaba y cáñaro. Actualmente la vegetación de la ciudad de Cuenca y los lugares periféricos se encuentran alterados por la actividad humana como es evidente por la deforestación de los bosques, para dar paso a la creciente urbanización y otros factores (Porrás, 2011).

Por otro lado, varias entidades a nivel mundial como la Organización de Naciones Unidas (ONU), realizan acciones con el fin de desarrollar políticas, para mitigar y solventar esta situación de efectos generados por el cambio climático y aumento de gases de efecto invernadero (IPCC, 1995).

Lamentablemente, a pesar de que Ecuador es un país considerado en vía de desarrollo, la oportunidad de generación de certificados por efectos de reducción de emisiones no puede

ser aprovechada por nuestro país a diferencia de otros; debido a la falta de investigación en relación a la medición de stock de carbono, principalmente en los bosques nativos ubicados en las estribaciones andinas.

Es el motivo por el cual, se presenta la importancia de realizar investigaciones como el presente estudio, con el propósito de generar conocimiento de las reservas de carbono en bosques y parques urbanos, además de la gran importancia de estos ecosistemas naturales.

## **OBJETIVOS**

La presente investigación se realizó en base a tres objetivos específicos:

- Establecer la importancia de los árboles en el secuestro de carbono, en dos parques de la ciudad de Cuenca.
- Evaluar la cantidad de secuestro de carbono por parte de las especies y comparar de manera general los resultados obtenidos con datos del 2017.
- Cuantificar la biomasa para la evaluación del estado ecológico y de conservación de las especies arbóreas.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1 Servicios Ecosistémicos que ofrecen los árboles:**

En primer lugar, antes de profundizar acerca de los servicios ambientales por parte de la vegetación dentro de la ciudad, es necesario tener clara la diferencia entre bienes y servicios ambientales, “los bienes a diferencia de los servicios son productos tangibles provenientes de la naturaleza como el caso del agua, el suelo, el aire, la biota

y el paisaje de los cuales nos beneficiamos directamente los seres humanos” (Reyes & Gutiérrez, 2010). Por ello, gracias a que los bienes ambientales en la ciudad cada vez se encuentran más limitados debido al incremento de la población y a las actividades humanas, es importante que la comunidad tenga claro y reconozca el valor de las áreas verdes dentro de las zonas urbanas.

En cuanto al tema de la pérdida de vegetación dentro de las ciudades, es necesario recalcar, que el suelo se ha visto expuesto a grandes modificaciones produciendo consecuencias negativas en la calidad del aire, pues al no haber vegetación que cumpla con el servicio ambiental de almacenamiento de carbono, los niveles del mismo incrementan perjudicando la salud humana (Reyes & Gutiérrez, 2010).

Por tal razón, hay que destacar, que los árboles desempeñan un papel importante en el ciclo del carbono al almacenar grandes cantidades de este gas, sin embargo, aunque el mismo se encuentra de manera natural en el aire, los seres humanos aportan directamente al incremento de los niveles de contaminación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera ya sea desde fuentes móviles como los autos o fijas como las industrias (Reyes & Gutiérrez, 2010). Por ello, de acuerdo con lo anterior, es considerable enfatizar en cuales son los servicios ambientales que brindan los árboles, no solo para mejorar en su cuidado, sino para impulsar medidas que fomenten su función y utilidad dentro de la ciudad (Céspedes, 2007).

Proporcionando servicios ambientales tales como: captura de Carbono, regulación de la temperatura, provisión de agua en calidad y cantidad, generación de oxígeno, amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, protección y recuperación de suelos (estabilización de taludes), barrera contra ruidos, biodiversidad y paisaje y recreación.

Por lo tanto, para finalizar, se debe recalcar que el buen funcionamiento y el mantenimiento de los ecosistemas urbanos provoca un equilibrio dentro de la ciudad

influyendo positivamente en el bienestar de los seres humanos, además, dicho equilibrio va de la mano con la actividad económica. En el 2013 Szumacher & Malinowska mencionan que la ausencia de ecosistemas urbanos genera una desaparición de los beneficios hacia la comunidad, pues tiene efectos directos tanto físicos, espirituales y recreativos en las personas, por ello, recalcan que al no existir o encontrarse degradadas las áreas verdes, su recuperación o la introducción de soluciones alternativas para la restauración de los beneficios ambientales dentro de la ciudad resultaría en costos elevados o incluso a veces imposibles de llevar a cabo

## **1.2 Cambio Climático:**

En la actualidad, el tema del cambio climático genera gran preocupación en cualquier gobierno a nivel mundial, pues día a día habitar en el planeta tierra, cada vez se hace más complicado debido al acelerado cambio de vida para la sobrevivencia humana. Por ello, hay que recalcar, que dichos cambios, básicamente se encuentran enfocados en el desarrollo y crecimiento económico que el ser humano anhela tener sin importar las consecuencias que acarrea esta conducta (Díaz, 2012).

Un ejemplo claro es la degradación de la naturaleza por el aumento en el uso del petróleo, que, aunque genera un gran crecimiento económico tiene efectos negativos como la escasez de agua, contaminación de océanos y sobre todo la extinción de especies (plantas y animales). (Díaz, 2012). Estos temas ambientales involucran de manera directa a la humanidad, por ello la Cumbre de Poznan, Polonia, 2008, consideró que “el cambio climático se debe a la emisión de gases de efecto invernadero por el uso de combustibles fósiles” (P.N.U.D, 2008). Además, resalta que las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), las concentraciones atmosféricas, el forzamiento radiactivo, las respuestas climáticas y los efectos del clima influyen de manera directa en los cambios ambientales.

Entre los años 1970 y 2004, los sectores de suministro de energía, transporte e industria han generado un aumento considerable de las emisiones de GEI, mientras que la vivienda, el comercio, la silvicultura (incluye la deforestación) y la agricultura han tenido un papel importante dentro de la contaminación gracias a su crecimiento acelerado. Las actividades humanas originan gran cantidad de GEI, específicamente

de cuatro que tienen larga permanencia en el ambiente: CO<sub>2</sub>, metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y halocarbonos (grupo de gases que contienen flúor, cloro o bromo) (Sánchez & Álvarez, 2018).

“El Cambio Climático” ya es una realidad, por ello los gobiernos a nivel mundial han expresado su preocupación con respecto al tema y han ido generando medidas y tomando decisiones para mitigar estos cambios drásticos en el planeta. Tal como, la generación limpia de electricidad que involucran las fuentes renovables que no emiten CO<sub>2</sub> (eólica, solar, gas natural, energía nuclear) (Rodríguez & Mance, 2009). Por lo tanto, la población tiene que tener en cuenta, que al poner en práctica estas medidas no solo se aporta para evitar las consecuencias naturales del cambio climático, sino más bien, se está generando un planeta más saludable para la vida, pues al provocar cambios positivos como el reemplazo de tierras agropecuarias marginales para el origen de bosques aumenta la capacidad de captación de GEI de la Tierra, aunque, es necesario mencionar que, los bosques almacenan el carbono pero si son cortados así sea dentro de 100 años este beneficio desaparece inmediatamente. Por ello el proceso de reforestación tiene que ser continuo asegurando que la biomasa no disminuya con el tiempo (Rodríguez & Mance, 2009).

### **1.3 Captura de Carbono en Áreas Forestales y Urbanas**

Los ecosistemas forestales contienen grandes cantidades de C almacenado en biomasa viva, muerta y en el suelo (Ordóñez & Maser, 2001). En los árboles, el carbono supone en general alrededor del 20% de su peso. Sin embargo, además de los árboles mismos, el conjunto de la biomasa forestal también funciona como "sumidero de carbono". Por ejemplo, la materia orgánica del suelo de los bosques, como el humus, producido por la descomposición de la materia vegetal muerta; también actúan como depósito de carbono.

Según la FAO (2006), en total los bosques del planeta y sus suelos actualmente almacenan más de un billón de toneladas de carbono, el doble de la cantidad que flota libre en la atmósfera. Aproximadamente 42% a 50% de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Hay que mencionar que existe una captura de carbono neta,

únicamente mientras el árbol se desarrolla para llegar a su madurez, pues cuando el árbol muere, emite hacia la atmósfera la misma cantidad de carbono que capturó. (Lee Pinto, 2002).

La cantidad de carbono almacenada en un árbol depende de la densidad de su madera, es decir mientras más densa y dura la madera, más carbono contiene. Un árbol de tamaño promedio de 15 metros de altura con una densidad de madera promedio contiene alrededor de 100 kilogramos de carbono, de modo que se necesitan más o menos 10 árboles para hacer una tonelada de carbono (Freitas *et al.*, 2006).

Ante las posibles repercusiones del cambio atmosférico y climático, gran atención se le ha prestado a la vegetación, como potencial sumidero del exceso de CO<sub>2</sub> emitido por la actividad humana a la atmósfera (Ordóñez, 1999).

Los principales almacenes de Carbono en los ecosistemas forestales se encuentran centrados en cuatro componentes: biomasa sobre el suelo (vegetación), hojarasca, sistema radicular y C orgánico del suelo (Snowdon *et al.*, 2001). La vegetación es la encargada de incorporar el Carbono atmosférico al ciclo biológico por medio de la fotosíntesis (Sarmiento & Gruber, 2002). Donde la capacidad de los ecosistemas forestales para almacenar C en forma de biomasa aérea varía en función de la composición florística, la edad y la densidad de población de cada estrato por comunidad vegetal (Schulze *et al.*, 2000).

Los árboles urbanos son considerados como una estrategia de conservación de energía calórica y reducción de CO<sub>2</sub>, es decir almacenamiento directo de carbono y la disminución de la producción de CO<sub>2</sub>. También es parte fundamental de la estructura de las ciudades porque proporcionan sombra, frescura y oxígeno. (Mahecha *et al.*, 2010).

#### **1.4 Ciudad de Cuenca:**

En la provincia del Azuay, localizado al noreste, se encuentra el cantón Cuenca con una superficie de 15.730 ha. a 2.530 msnm., limita al norte con la Provincia del Cañar, al sur con los Cantones Camilo Ponce Enríquez, San

Fernando, Santa Isabel y Girón, al oeste con las Provincias del Guayas y hacia el este con los Cantones Paute, Gualaceo y Sígsig (Bermeo, 2010).

Posee clima templado, con una temperatura promedio de 14° centígrado con pluviosidad anual de 700 a 1.100 mm y 75% de humedad relativa, sin embargo, es necesario mencionar, que en los meses de junio y agosto se registran temperaturas menores a dicha cantidad (Medina, 2007).

La ciudad de Cuenca pertenece a una zona intramontana y ocupa una parte del graben situado entre las cordilleras Occidental y Real de Los Andes. Rellenos de sedimentos detríticos de origen fluvio-glacial, durante un periodo largo han formado varios niveles de terrazas, donde actualmente está establecida la ciudad de Cuenca. Extensas áreas planas con cinco diferentes niveles de terrazas, compuestas por potentes capas de conglomerados de matriz areno-arcillosa distribuidas en las márgenes de los ríos Tomebamba, Yanuncay, Machángara y Tarqui, desde Sayausí hasta El Descanso (Vidal, Salazar, & Vimos, 2015).

La unidad Colinas Sur y Este de Cuenca, se refiere a la primera línea de colinas que contacta con el área urbana consolidada en sus linderos sur y este. Comprende las colinas de Turi, Icto Cruz, Gapal, Huanacauri, Rayoloma, y Nulti, como las más destacadas. Corresponden a terrenos escarpados o abruptos cubiertos por vegetación xerofítica arbustiva. En estos terrenos el factor limitante para el crecimiento de la vegetación es el agua. Sin embargo, esta condición natural, desfavorable para el desarrollo de bosques, ha sido agudizada por la histórica explotación de material leñoso, por la creación de plantaciones incorrectamente gestionadas, de eucaliptos y pinos; y, más recientemente por la ocupación humana sin concierto que incluye vías de gran impacto sobre los suelos y todo tipo de edificaciones (Vidal, Salazar, & Vimos, 2015).

Dentro del área urbana de Cuenca, la ciudad está asentada sobre cuatro terrazas de depósitos aluviales separadas por barrancos de los ríos Tomebamba, Yanuncay y Tarqui. Dentro del área las pendientes son en general bajas, inferiores al 12 %, aunque una de ellas se eleva hacia el norte y se une a la zona de colinas. La zona urbana central que corresponde al Casco Histórico de Cuenca, la misma área ha perdido gradualmente el verde que ocupaba el centro de las manzanas. Los corredores de los ríos que atraviesan la ciudad constituyen los espacios verdes más importantes, y algunos conectan pequeños espacios verdes y parques. Aquí yace el principal potencial de conectividad ecológica que aún tiene la ciudad de Cuenca (Vidal, Salazar, & Vimos, 2015).

La ciudad se encuentra distribuida en tres áreas: la primera dominada como centro histórico con una extensión de 430 ha. La segunda, la ciudad contemporánea más conocida como área urbana con una superficie de 5.500 ha. Y finalmente, la tercera conformada por el área rural, con un área de 9.800 ha (Medina, 2007). Cabe mencionar que “según una estadística municipal del año 2005, que muy poco ha variado, en Cuenca se disponían de 1.484 espacios verdes, entre los cuales se cuentan 99 micro-espacios de menos de 20 metros cuadrados, 472 de menos de cien metros cuadrados, 1.257 de menos de 1.000 metros cuadrados y 1.370 de menos de 2.000 metros cuadrados. Por oposición, tenemos apenas 24 áreas verdes de más de una hectárea y sólo cuatro parques de más de cinco hectáreas” (El Tiempo, 2015; Vera, 2016).

En cuanto a la flora, la conocida Santa Ana de los Cuatro Ríos de la ciudad de Cuenca, posee una vegetación original que cubrió gran parte de la ciudad sobre todo en la zona suroccidental en las actuales parroquias de Baños, Sayausí, Tarqui; caracterizadas por la predominancia de vegetación arbolada. Entre las especies que posiblemente conformaban el dosel estaban el cedro (*Cedrela montana* Moritz ex Turcz.), aliso rambrán (*Alnus acuminata* Kunth) aya rambrán (*Rhamnus granulosa* (Ruiz & Pav.)Weberb, ex M,C, Johndt.), nogal (*Juglans neotropica* Diels), yubar (*Myrsine andina* (Mez) Pipoly), el

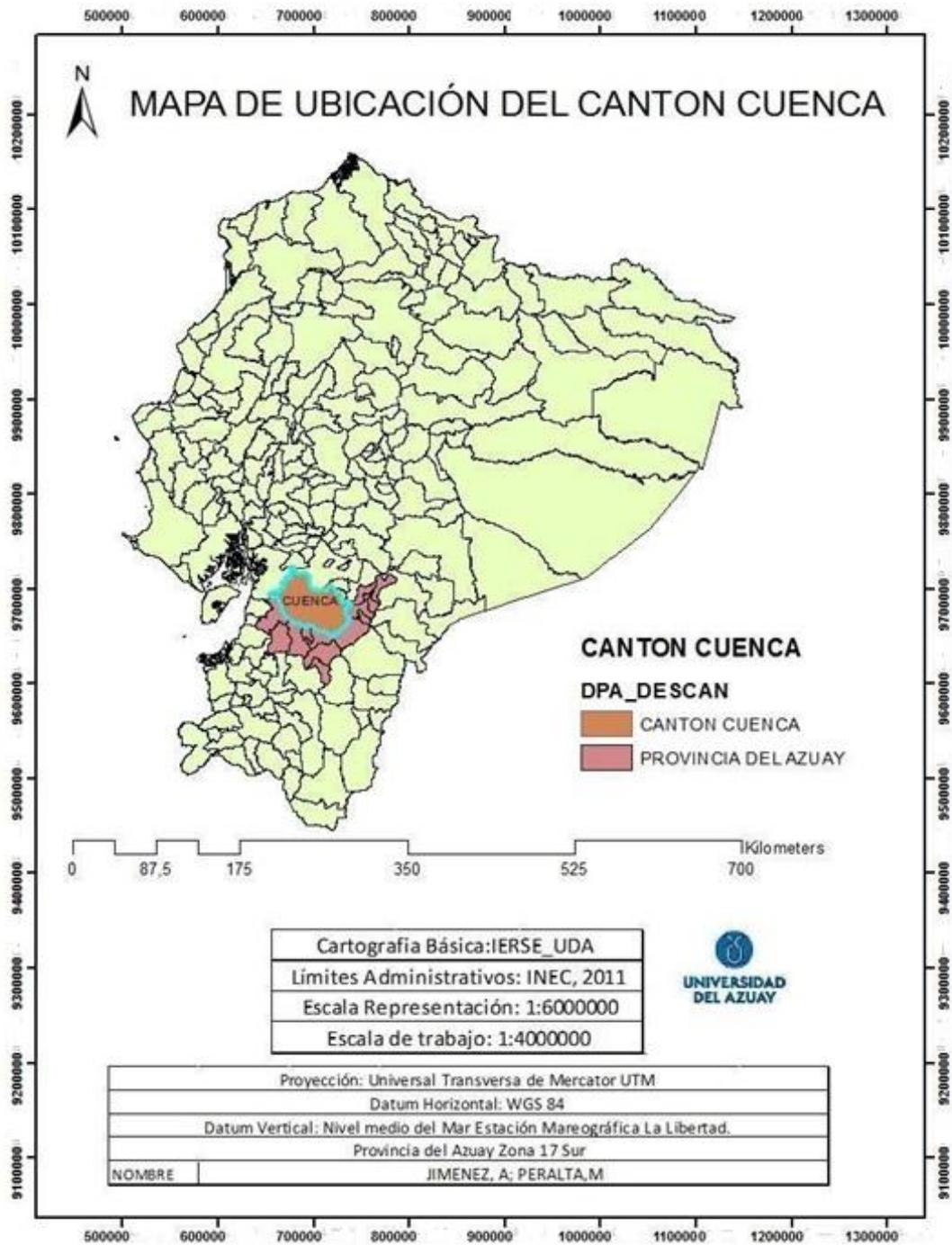
chuchipchi (*Abatia parviflora* Ruiz & Pav), cedrillo (*Phyllanthus salviifolius* Kunth) zhiripe (*Myrsine dependens* (Ruiz & Pav.) Spreng), tulapo (*Clethra fimbriata* Kunth) juacte (*Prunus opaca* (Benth.) Walp), higuérón (*Aegiphila ferruginea* Hayek & Spruce) entre otras (Minga, D & A. Verdugo, 2016).

En el sector de Challuabamba y las parroquias de Nulti, Llaaco, Ricaurte y Paccha, pertenecientes a la zona nororiental de la ciudad, posiblemente la vegetación estaba caracterizada por la presencia de matorrales altos con árboles dispersos, formación vegetal típica de los valles interandinos. Entre las especies que posiblemente predominaban la vegetación estaban: el guarango (*Mimosa andina* Benth), tara (*Caesalpinia spinosa*), guaylo (*Delostoma integrifolium* D. Don), cedro (*Cedrela mantana* Moritz ex Turcz.), sharcao (*Citharexylon illicifolium* Kunth), guaba (*Inga insignis*), chamana (*Dodonaea viscosa*), cotag (*Ferreyranthus verbascifolius* (Kunth) H. Rob. & Brettell) y tocte (*Juglans neotropica* Diels) (Minga, D & A. Verdugo, 2016).

En la actualidad, existe un gran cambio en el paisaje vegetativo del centro urbano, en áreas verdes como parques, parterres y jardines particulares podemos encontrar especies introducidas como: urapán (*Fraxinus excelsior* L), molle (*Schinus molle* L), jacaranda (*Jacaranda mimosifolia* D. Don) ciprés (*Cupressus macrocarpa* Hartw), roble australiano (*Grevillea robusta* A. Cunn. ex R. Br), sauce (*Salix humboldtiana* Willd), palma de las canarias (*Phoenix canariensis*), araucaria (*Araucaria angustifolia*), coco chileno (*Jubaea chilensis*) y varias especies de acacias australianas, aunque también existen especies nativas cultivadas como el fresno o cholán (*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth), guaylo (*Delostoma integrifolium* D. Don), palma cumbe (*Parajubaea cocoides*), guabisay (*Podocarpus sprucei* Parl), capulí (*Prunus serotina* Ehrh) y arupo (*Chionanthus pubescens*) (Minga, D & A. Verdugo, 2016).

Otro aspecto importante que cabe recalcar, es la geografía de la ciudad puesto que la misma se encuentra conformada por cuatro ríos: Tomebamba, Yanuncay, Tarqui y Machángara; sin embargo, estas cuatro vertientes forman el río Cuenca (Fundación Natura, CUENCAIRE, Comisión de Gestión Ambiental, 2009).

Como dato adicional, de acuerdo a la bibliografía revisada en la “Guía de árboles y arbustos de los ríos de Cuenca, Azuay, Ecuador”, la riqueza de plantas vasculares registradas en los márgenes de los ríos de Cuenca asciende a 256 especies, de las cuales 161 (63 %) son nativas, 82 (32 %) son introducidas y 13 (5 %) son endémicas (Minga, D & A. Verdugo, 2016).



**Imagen 1.** Mapa de Ubicación de la ciudad de Cuenca  
**Fuente.** Jiménez, Peralta

## CAPÍTULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 Descripción del Sitio de Estudio y Metodología:

##### 2.1.1 Sitio de Estudio:

El estudio se realizó en los parques “El Paraíso” y “De la Madre” de la ciudad de Cuenca.

- **Parque “El Paraíso”:**

El Parque “El Paraíso” es uno de los principales parques de la ciudad ya que posee gran extensión con un total de 19,8 hectáreas, además, posee un gran valor paisajístico, de recreo y sobre todo es considerado como una zona de conservación de flora y vegetación nativa.

Se encuentra ubicado entre los ríos Yanuncay y Tomebamba en la Av. 10 de Agosto y Pasaje del Paraíso; cabe recalcar, que un aspecto importante de este sitio, es que cuenta con una división de zonas específica.

La zona más alejada de los ríos es principalmente una zona ajardinada conformada por una alta cantidad de especies introducidas donde abunda la especie nativa *Salix humboldtiana* Willd (sauce) y otras especies ornamentales como *Fraxinus Excelsior* L, (urapán), *Callistemon Lanceolatus*

(Sm) Sweet (cepillo) y *Schinus molle* L, (molle). De acuerdo con el estudio ecológico de la vegetación de ribera de la zona baja del río Yanuncay, podemos decir que existe vegetación original con especies nativas como: yubar (*Myrsine andina* (Mez) Pipoly), serna (*Maytenus verticillata*), *Myrrhinium atropurpureum* y cedrillo (*Phyllanthus salviifolius* Kunth); mientras que la mayor parte de este ecosistema ha sido reemplazado por plantas exóticas como el eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill), sauce (*Salix humboldtiana* Willd) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) (Minga, D & A. Verdugo, 2016).

Por otro lado, la zona junto a los ríos es menos modificada por el hombre ya que posee una mayor abundancia de flora nativa silvestre fundamentalmente de tipo arbustivo (Torre, 2013).



**Imagen 2.** Mapa de Ubicación del parque “El Paraíso” en la ciudad de Cuenca  
**Fuente.** Jiménez, Peralta

- **Parque “De la Madre”:**

De igual manera se tomó en cuenta el Parque de la Madre ya que es uno de los pocos parques urbanos que tiene la función de actuar como pulmón de la zona del Ejido dentro de la ciudad. Se encuentra ubicado a las riberas del Río Tomebamba en la Av. 12 de Abril y Federico Malo.

El Parque de la Madre con una extensión de 3,6 ha se considera uno de los biocentros importantes de “El Barranco” por la presencia de un gran número de especies y por tener una de las áreas verdes urbanas más extensas dentro de su territorio. En este caso, considerando biocentros a los parques aledaños

y zonas cercanas como son: El Paraíso, Pumapungo y Parque de la Madre, el este y el oeste de la isla de los poetas o del Otorongo (RIMAY, 2004).

El Barranco en su totalidad tiene una longitud de 3,6 km y comprende la sección del corredor río Tomebamba ubicado entre la zona paralela al Hospital Regional de la ciudad, y el puente de la Av. Unidad Nacional. Además de tener una importancia tanto histórica como paisajista, es considerado como biocorredor, ya que contiene áreas estratégicas para diversificar la flora y fauna; y entrelazar parques y reservas (RIMAY, 2004).

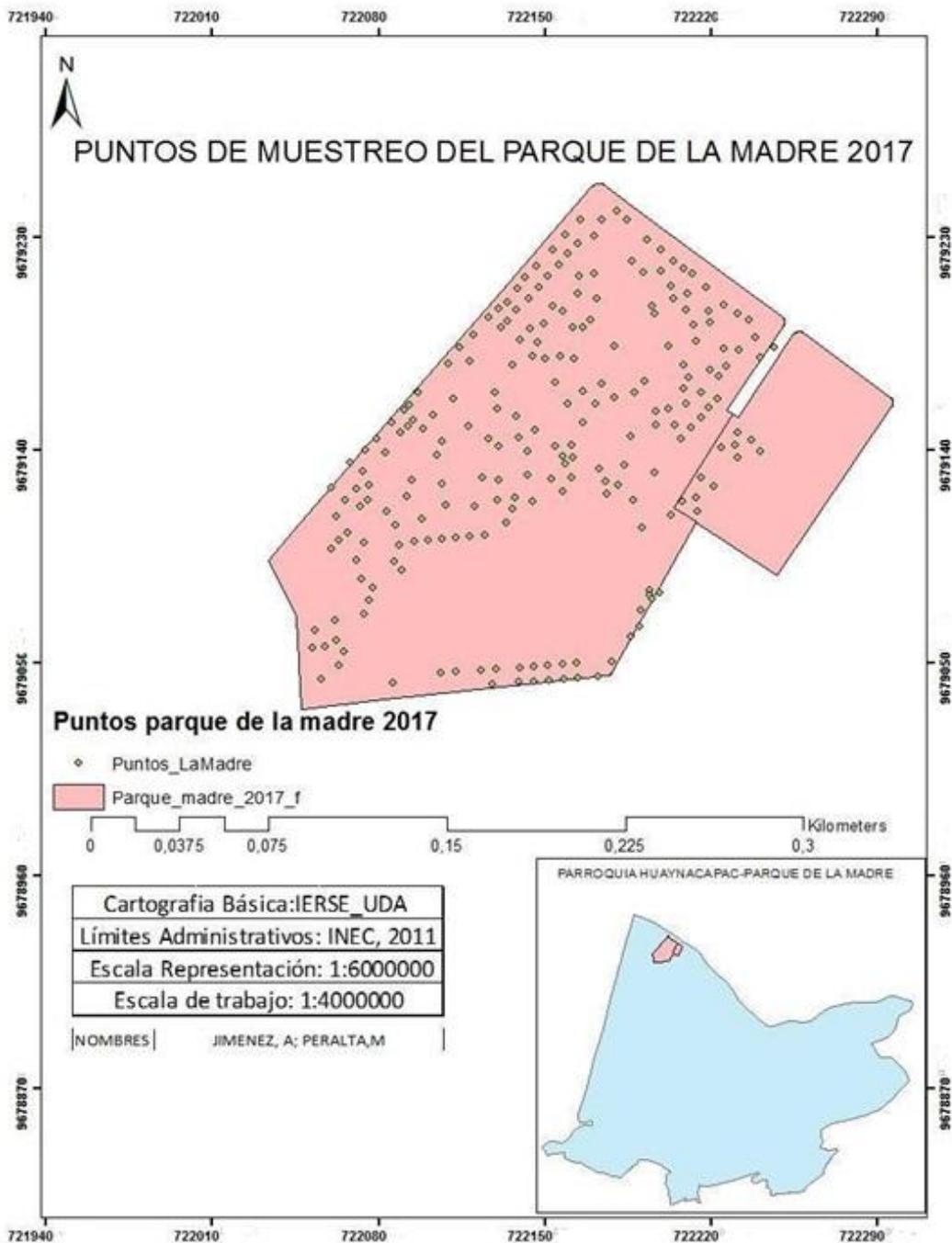
Según un listado descrito en la tesis de grado, “Diseño de un Sistema Gráfico para la Nomenclatura de Árboles y Arbustos de Cuenca Aplicado al Barranco de la Ciudad” (Castañado & Ortega, 2007) el Barranco cuenta con especies como *Alnus acuminata* Kunth (aliso), *Senna multiglandulosa* (jacq.) H.S. Irwin & Barneby (pelileo), *Franxius excelsior* L(urapán), *Prunus serotina* Ehrh (capulí), *Jacaranda mimosifolia* D,Don (jacaranda), *Populus balsamifera* L, (álamo), *Salix humboltiana* Willd (sauce llorón), *Schinus molle* L (molle), *Delostoma integrifolium* D,Don (guaylo), *Yucca guatemalensis* (yuca).



**Imagen 3.** Mapa de Ubicación del parque “De la Madre” en la ciudad de Cuenca  
**Fuente.** Jiménez, Peralta

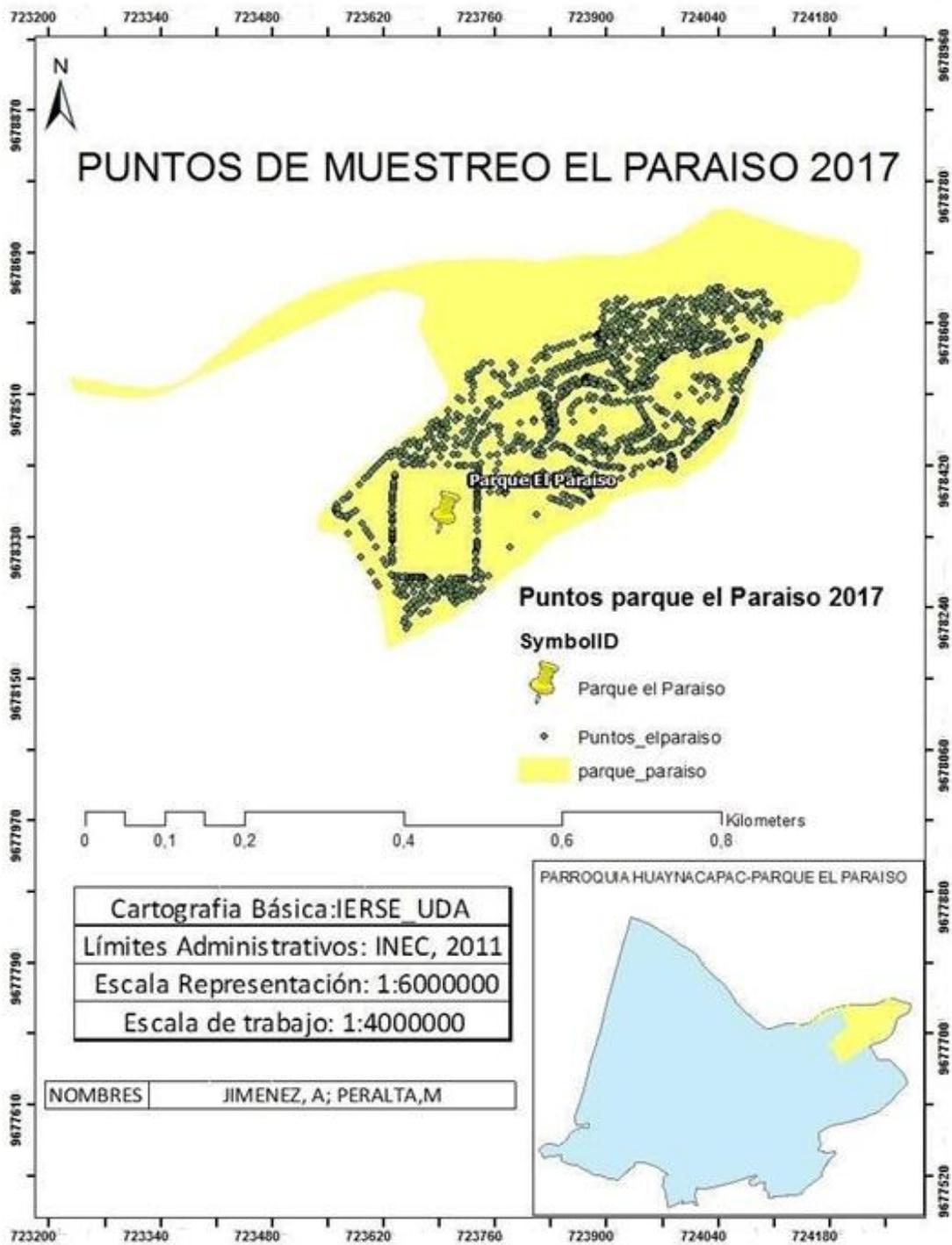
### 2.1.2 Metodología:

Para realizar la presente investigación científica, se emplearon los datos del proyecto “SISTEMA DE INVENTARIO FORESTAL DE PARQUES URBANOS DE LA CIUDAD DE CUENCA”, realizado en el año 2017 por el Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador – IERSE de la Universidad del Azuay; el mismo que cuenta con un inventario forestal de 44 parques urbanos.



**Imagen 4.** Mapa de Ubicación de los puntos de muestreo del parque “De la Madre” en el año 2017 en la ciudad de Cuenca.

**Fuente.** Jiménez, Peralta



**Imagen 5.** Mapa de Ubicación de los puntos de muestreo del parque “El Paraíso” en el año 2017 en la ciudad de Cuenca.

**Fuente.** Jiménez, Peralta

➤ **Selección de Áreas Verdes y Toma de Datos en el Campo**

Para llevar a cabo la presente investigación se seleccionaron los Parques de La Madre y el Paraíso, por ser los más representativos debido a su extensión y a su ubicación en el centro histórico dentro de los 44 parques urbanos de la ciudad de Cuenca.

Dentro de los dos parques mencionados anteriormente, durante los meses mayo-junio 2019 mediante el método de recorrido y con la ayuda de una cinta métrica, se midió el perímetro a la altura del pecho de todas las especies arbóreas. Tomando en cuenta una altura ideal de 1,3 m (FAO, 2004), para luego ser transformados los datos a su diámetro. La transformación de dichos datos se los realiza a través de la fórmula:

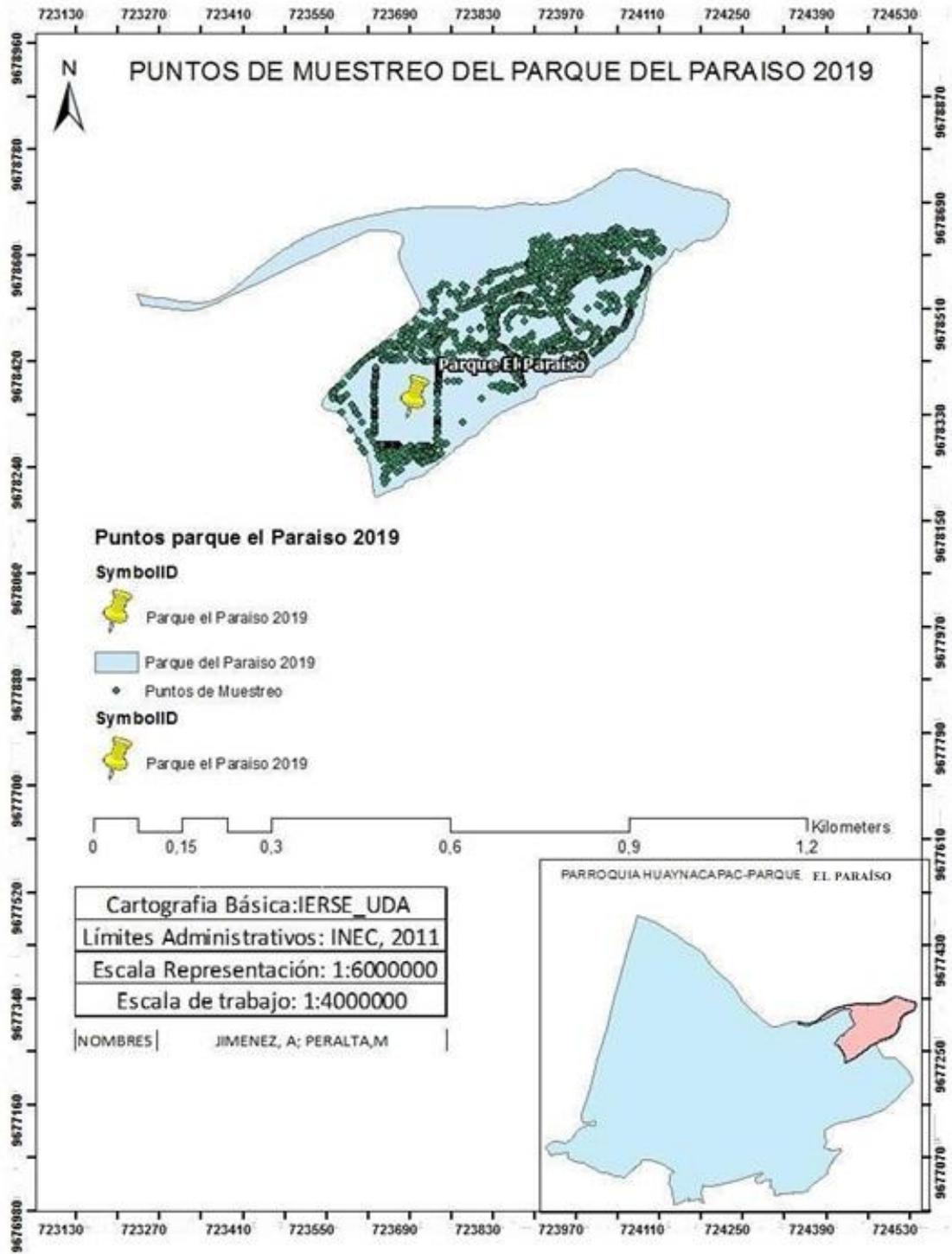
$$DAP/\pi$$

Donde:

DAP= perímetro a la altura del pecho

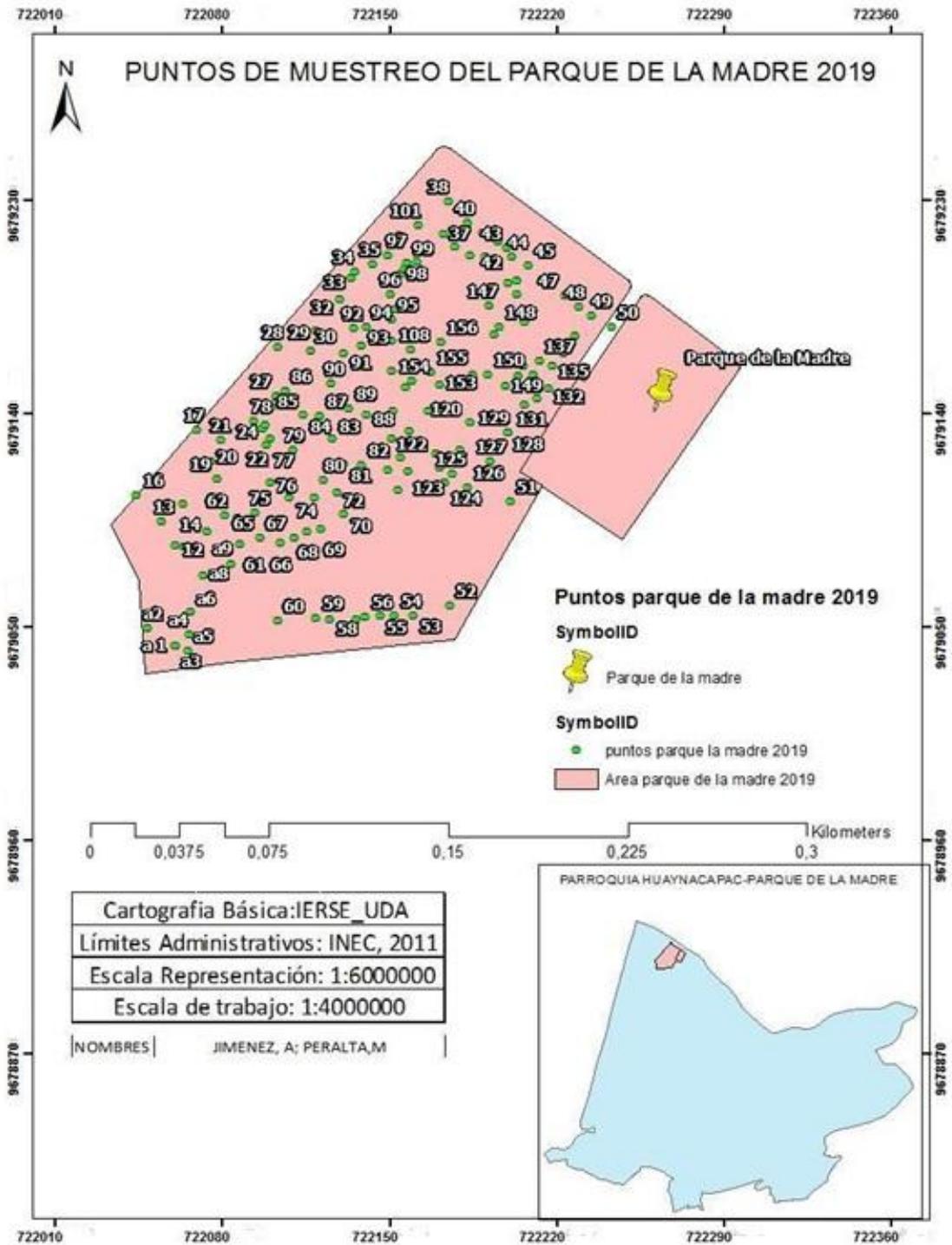
$\pi= 3.1416$

obteniendo resultados correctos y reales. Además, con la ayuda de un gps se georeferenció cada árbol para poder localizar los mismos con coordenadas UTM en imágenes aéreas dentro del programa Google Earth Pro.



**Imagen 6.** Mapa de Ubicación de los puntos de muestreo del parque “El Paraíso” en el año 2019 en la ciudad de Cuenca.

**Fuente.** Jiménez, Peralta



**Imagen 7.** Mapa de Ubicación de los puntos de muestreo del parque “De la Madre ” en el año 2019 en la ciudad de Cuenca.

**Fuente.** Jiménez, Peralta

➤ **Ecuaciones Alométricas por “Recopilación de datos de densidad de madera”**

- Densidad de Madera

Para el efecto, se utilizó principalmente la base de datos “ICRAF’s Tree Functional Attributes and Ecological Database”; disponible en la dirección url: <http://db.worldagroforestry.org/wd/species/>.

En lo posible se empleó los datos para cada especie, no obstante para aquellas especies en donde no existió la densidad específica, se tomó el valor de la moda de todo el género o la familia

- Cálculo de la Biomasa

Se utilizó la ecuación propuesta por Chave *et al.* (2005) por su éxito en bosques tropicales y por su facilidad de empleo, al utilizar dos variantes importantes: el diámetro y densidad de la madera; además de constantes matemáticas. Cabe mencionar que la altura total del árbol no siempre está disponible en los inventarios de campo, y en ocasiones puede ser mejor no incluirlo en procedimientos de estimación de biomasa (Chave *et al.*, 2005, 2009).

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/7772513\\_Tre\\_allometry\\_and\\_improved\\_estimation\\_of\\_carbon\\_stocks\\_and\\_balance\\_in\\_tropical\\_forests](https://www.researchgate.net/publication/7772513_Tre_allometry_and_improved_estimation_of_carbon_stocks_and_balance_in_tropical_forests)

$$\langle AGB \rangle_{est} = \rho \times \exp(-1.499 + 2.148 \ln(D) + 0.207(\ln(D))^2 - 0.0281(\ln(D))^3)$$

Dónde:

(AGB)<sub>est</sub>= Biomasa;

$\rho$ = Densidad de la madera;

D= Diámetro a la altura del pecho.

- Cálculo del Carbono almacenado

Se ha calculado que aproximadamente el 50% de la biomasa vegetal corresponde al carbono. De manera que la biomasa obtenida del arbolado urbano se la convirtió a carbono al multiplicar por la constante 0.5 siendo este valor factor de conversión. (NOWAK *et al.*, 2002; IPCC, 2003),

Disponible:

[https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf\\_files/GPG\\_LULUCF\\_FULL.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf_files/GPG_LULUCF_FULL.pdf)

$$CT = BT \times Fc$$

Dónde:

CT= Carbono total en toneladas;

BT= Biomasa total (árboles) en toneladas;

FC= 0.5

### ➤ **Análisis de Datos**

En primera fase para poder analizar y comparar los datos obtenidos en el campo, se realizó los cálculos de biomasa y carbono para los datos de las especies arbóreas obtenidos en el 2017; mediante las ecuaciones alométricas anteriormente mencionadas, en el software de Microsoft Office en una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

De igual manera, después de calcular la biomasa y carbono por individuo para los datos actuales, se procedió a asignar una frecuencia de clases diamétricas.

- Determinación de la clase diamétrica

Para esta fase hemos seguido la bibliografía de la clasificación de clases diamétricas en base a la tesis “Secuestro de CO<sub>2</sub> y Producción de Oxígeno en Árboles Urbanos”.

Disponible en:

[http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4694/Kelvin\\_Tesis\\_Titulo\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4694/Kelvin_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Una vez recolectado los datos mediante el método de recorrido, los árboles se ubicaron mediante rangos o clases de diámetro en una hoja de Microsoft Excel (<10; 10-20; 20.1- 30; 30-40; 40-50; >50) desde individuos con diámetro más pequeño a diámetro más grande para poder realizar de manera más organizada el cálculo tanto del carbono como de la biomasa y que sea posible la lectura e interpretación de los gráficos.

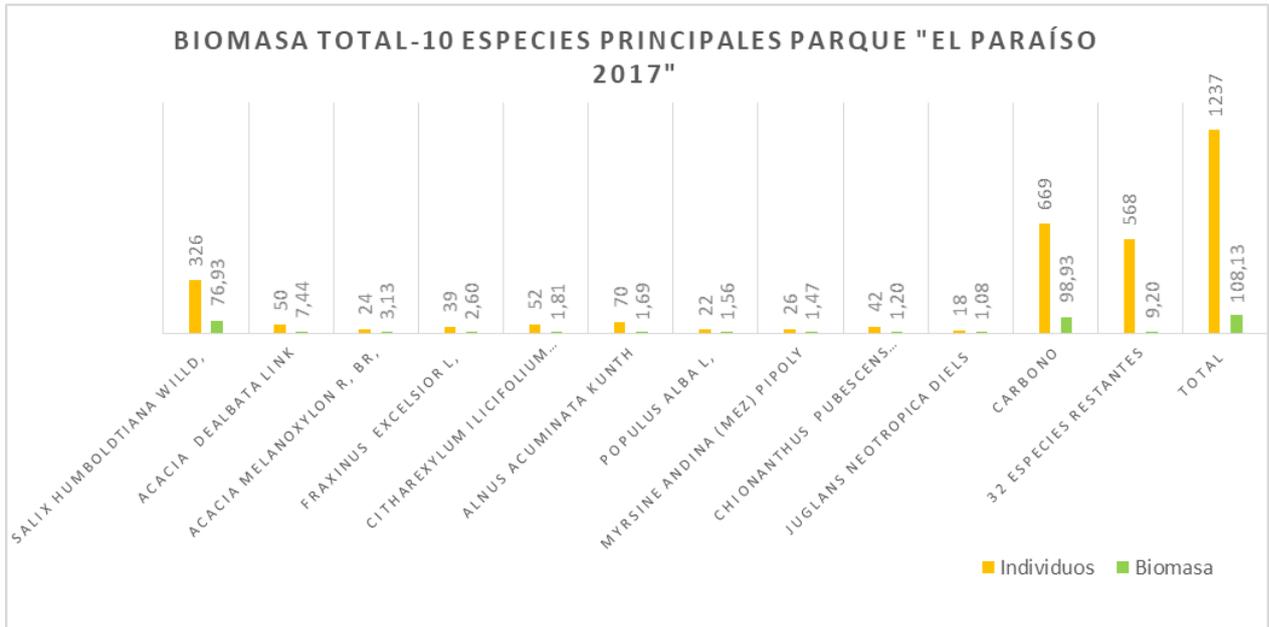
## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS**

#### **3.1 Parque “El Paraíso”**

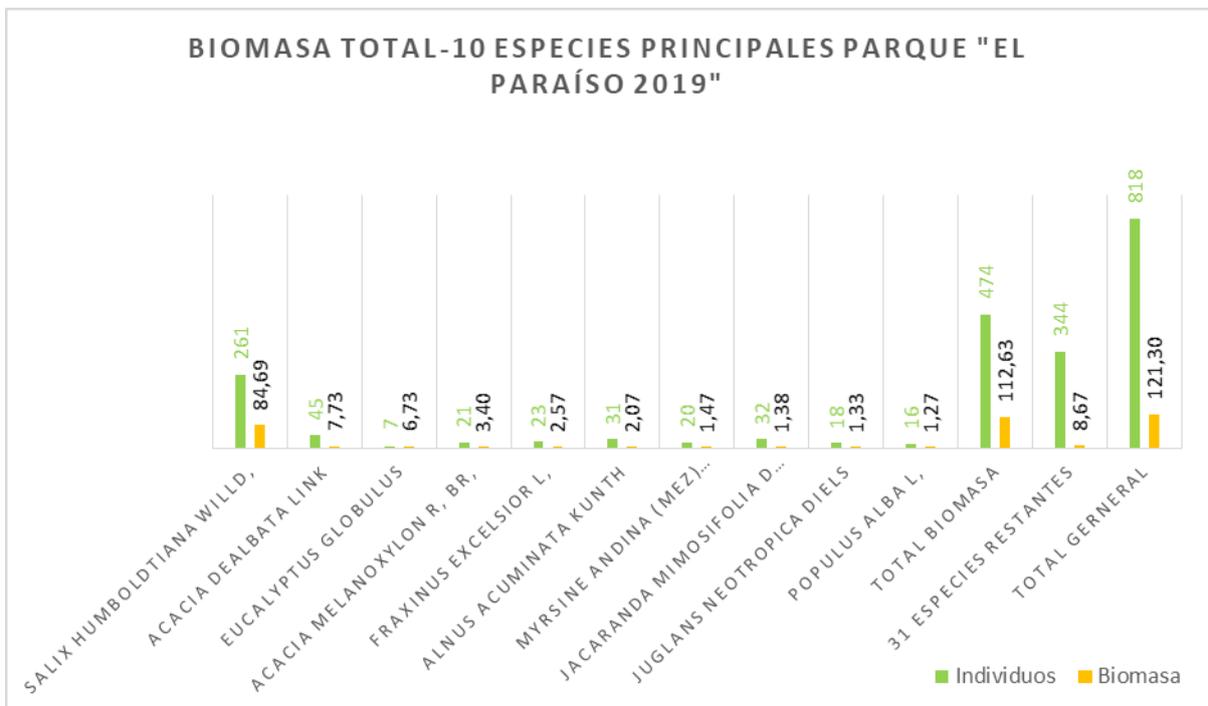
##### **3.1.1 Biomasa:**

Los resultados se generaron a través de las 10 especies más abundantes en cuanto a biomasa como muestran las figuras 1 y 2 obteniendo que la especie *Salix humboldtiana* Willd, con un total de 76,93 kg de biomasa aérea durante el año 2017 y con un total de 84,69 kg de biomasa aérea durante el año 2019 es la especie con mejor estado ecológico y con mayor conservación del parque “El Paraíso”.



**Figura1.** Biomasa Total en gramos de las 10 especies principales del parque “El Paraíso” en el año 2017.

**Fuente.** Jiménez, Peralta



**Figura2.** Biomasa Total en gramos de las 10 especies principales del parque “El Paraíso” en el año 2019.

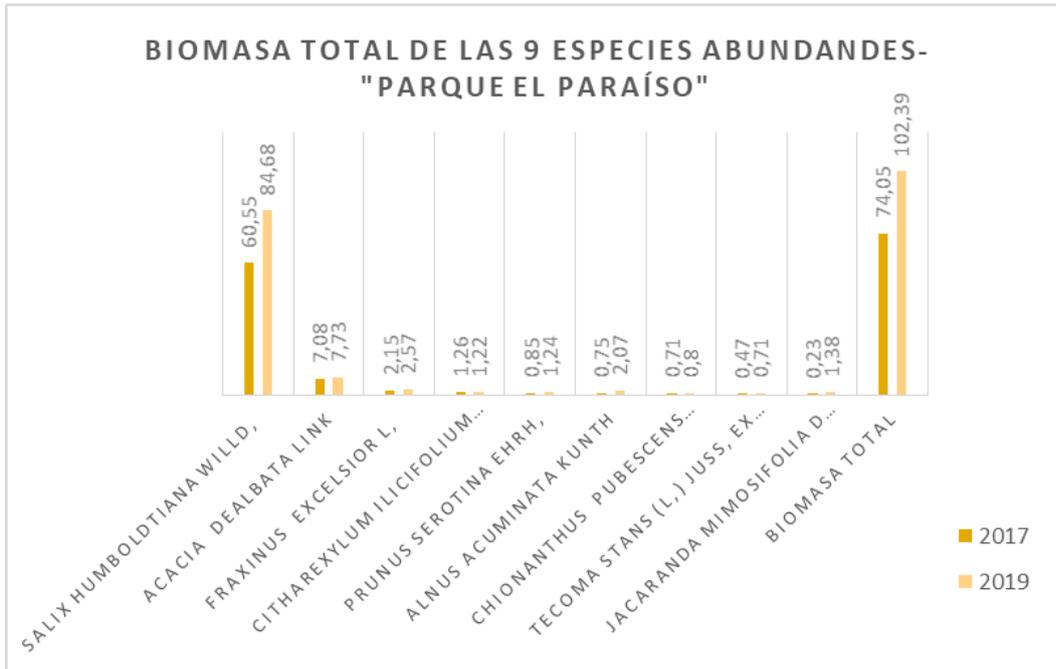
**Fuente.** Jiménez, Peralta

Debido a que no se tiene las mismas especies se procedió a realizar la selección de las especies más abundantes teniendo en cuenta el mismo número de individuos (Figura 3) obteniendo como resultado que la especie *Salix Humboldtiana* Willd, con un total de 60,55 kg de biomasa aérea en el año 2017 y con un total de 84,68 kg de biomasa aérea en el 2019 sigue siendo la especie mejor conservada ecológicamente. Por otro lado, es importante mencionar que especies como *Acacia dealbata* Link y *Fraxinus excelsior* L, no representan grandes cambios a lo largo de estos dos años; sin embargo, especies como *Prunus serotina* Ehrh,; *Tecoma stans* (L,) Juss, ex Kunth y *Jacaranda mimosifolia* D,Don tienen un aumento notorio en su estado de conservación. Nuevamente es necesario recalcar que estos datos son irreales debido a la diferencia del número de individuos entre especies.

**Tabla 1.** 9 Especies abundantes seleccionadas con el mismo número de individuos del parque “El Paraíso” en los años 2017 y 2019.

Especie	Individuos 2017	Individuos 2019	Biomasa 2017(kg)	Biomasa 2019(kg)	Individuos
<i>Salix humboldtiana</i> Willd,	326	261	60,55	84,68	261
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D Don,	94	32	0,23	1,38	32
<i>Tecoma stans</i> (L,) Juss, ex Kunth	70	24	0,47	0,71	24
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	70	31	0,75	2,07	31
<i>Citharexylum ilicifolium</i> Kunth	52	34	1,26	1,22	34
<i>Acacia dealbata</i> Link	50	45	7,08	7,73	45
<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth	42	23	0,71	0,80	23
<i>Fraxinus excelsior</i> L,	39	23	2,15	2,57	23
<i>Prunus serotina</i> Ehrh,	36	29	0,85	1,24	29
<b>Total</b>	<b>779</b>	<b>502</b>	<b>74,04</b>	<b>102,39</b>	<b>502</b>

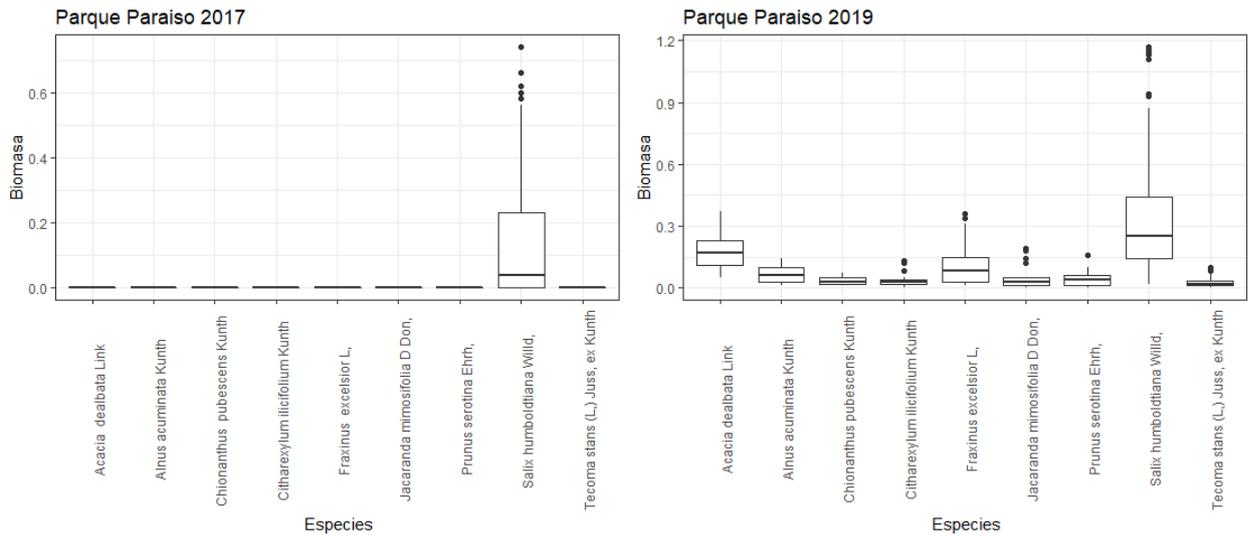
**Fuente.** Jiménez, Peralta



**Figura3.** Biomasa Total en gramos de las 9 especies más abundantes con el mismo número de individuos del parque “El Paraíso” en los años 2017 y 2019.

**Fuente.** Jiménez, Peralta

Por último, se calculó la biomasa a través de los promedios de las 9 especies abundantes obteniendo como resultado que a lo largo de estos dos años dentro del parque “El Paraíso” el estado de conservación y ecológico de las especies ha aumentado lo que ha aportado a que el parque se conserve como un ecosistema sano manteniendo sus funciones ecológicas (Figura 4).



**Figura 4.** Promedio de Biomasa Total en gramos de las 9 especies más abundantes con el mismo número de individuos del parque “El Paraíso” en los años 2017 y 2019.

**Fuente.** Jiménez, Peralta

3.1.2 Carbono Almacenado:

Dentro del Parque “El Paraíso” en el muestreo realizado en el año 2017 se encontraron 52 especies y 1237 individuos, sin embargo, durante el muestreo realizado en el año 2019 se encontraron un total de 41 especies y 818 individuos como se puede observar en la tabla 2.

**Tabla 2.** Especie y número de individuos por especie dentro del parque “El Paraíso” en los años 2017 y 2019.

Especie	Individuos 2017	Individuos 2019
<i>Salix humboldtiana</i> Willd,	326	261
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don,	94	32
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent,	75	21
<i>Tecoma stans</i> (L,) Juss, ex Kunth	70	24
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	70	31
<i>Citharexylum ilicifolium</i> Kunth	52	34
<i>Acacia dealbata</i> Link	50	45

<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth	42	23
<i>Fraxinus excelsior</i> L,	39	23
<i>Prunus serotina</i> Ehrh,	36	29
<i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn,	35	26
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	32	22
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl,	26	25
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	26	20
<i>Acacia melanoxylon</i> R, Br,	24	21
<i>Callistemon lanceolatus</i> (Sm.) Sweet	24	22
<i>Populus alba</i> L,	22	16
<i>Juglans neotropica</i> Diels	18	18
<i>Acacia baileyana</i> F, Muell,	17	14
<i>Myrcianthes hallii</i> (O, Berg) McVaugh	17	13
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz,	14	11
<i>Schinus molle</i> L,	13	7
<i>Delostoma integrifolium</i> D, Don	10	9
<i>Acca sellowiana</i> (O, Berg) Burret	9	7
<i>Sambucus mexicana</i> C, Presl ex DC,	9	6
<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	9	6
<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H,S, Irwin & Barneby	8	5
<i>Grevillea robusta</i> A, Cunn, ex R, Br,	8	6
<i>Podocarpus sprucei</i> Parl,	8	4
<i>Myrrhimum atropurpureum</i> Schott	7	4
<i>Inga feuillei</i> DC,	7	5
<i>Callistemon pityoides</i> F, Muell	5	4
<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	5	4
<i>Tipuana tipa</i> (Benth.) Kuntze	4	
<i>Abutilon striatum</i> Dicks, ex Lindl,	3	5
<i>Monactis holwayae</i> (S,F, Blake) H, Rob,	3	
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav,	3	2
<i>Phyllanthus salvifolius</i> Kunth	2	1
<i>Casuarina equisetifolia</i> L,	2	2
<i>Citrus medica</i> L,	1	
<i>Populus balsamifera</i> L,	1	

<i>Persea americana</i> Mill,	1	1
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	1	
<i>Carica pubescens</i> Lenné & K, Koch	1	
<i>Malus communis</i> Desf,	1	
<i>Oreopanax ecuadorensis</i> Seem,	1	
<i>Rhamnus granulosa</i> ( Ruiz& Pav,) Weberb, ex M,C, Johnst,	1	
<i>Acacia retinodes</i> Schltldl,	1	
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw,	1	1
<i>Cinnamomum camphora</i> (L,) J, Presl	1	
<i>Araucaria excelsa</i> (Lamb,) R, Br,	1	1
<i>Iochroma fuchsoides</i> (Bonpl,) Miers	1	
<i>Eucalyptus globulus</i>		7
<b>Total</b>	<b>1237</b>	<b>818</b>

Fuente. IERSE 2017; Jiménez, Peralta

**Tabla 3.** Especie y número de individuos por clase diamétrica dentro del parque “El Paraíso” en los años 2017 y 2019.

Especie	2017						2019					
	<10	10.-20	20-30	30-40	40-50	>50	<10	10.-20	20-30	30-40	40-50	>50
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav,	1	2					1	1				
<i>Abutilon striatum</i> Dicks, ex Lindl,	1	2					3	2				
<i>Acacia dealbata</i> Link	3	4	13	13	13	4		3	10	13	9	10
<i>Acacia retinodes</i> Schltldl,				1								
<i>Acacia baileyana</i> F, Muell,	16		1				8	6				
<i>Acacia melanoxylon</i> R, Br,		5	11	4	3	1		3	7	7	3	1
<i>Acca sellowiana</i> (O, Berg) Burret	9						7					
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	26	32	10	2			1	8	9	9	4	
<i>Araucaria excelsa</i> (Lamb,) R, Br,	1								1			
<i>Callistemon lanceolatus</i> (Sm,) Sweet	14	9	1				10	10	2			
<i>Callistemon pityoides</i> F, Muell	3	1	1				2	1	1			
<i>Carica pubescens</i> Lenné & K, Koch	1											
<i>Casuarina equisetifolia</i> L,	2							2				
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz,	12	2					10	1				
<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth	36	6					17	6				

<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl	1												
<i>Citharexylum ilicifolium</i> Kunth	27	18	4	2			13	17	3	1			
<i>Citrus medica</i> L.	1												
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.		1							1				
<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	2	5	3				3	3	3				
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	24	2					25						
<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	4	1					3	1					
<i>Eucalyptus globulus</i>											2	5	
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	18	13	5	2	1		6	9	3	2	3		
<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex R. Br.		3	2	3				2	2	2			
<i>Inga feuillei</i> DC.	7						1	2	2				
<i>Iochroma fuchsoides</i> (Bonpl.) Miers	1												
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D Don.	80	13	1				14	13		3	2		
<i>Juglans neotropica</i> Diels	6	7	5				3	12	3				
<i>Malus communis</i> Desf.	1												
<i>Monactis holwayae</i> (S.F. Blake) H. Rob.	2	1											
<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaug	17						13						
<i>Myrrhimum atropurpureum</i> Schott	6	1					4						
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	10	10	4	2			5	8	5	2			
<i>Oreopanax ecuadorensis</i> Seem.	1												
<i>Persea americana</i> Mill.	1							1					
<i>Phyllanthus salvifolius</i> Kunth	1	1						1					
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	74	1					21						
<i>Podocarpus sprucei</i> Parl.	7	1					3	1					
<i>Populus alba</i> L.	10	3	6	3			4	6	3	3			
<i>Populus balsamifera</i> L.	1												
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	1												
<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	18	10	7		1		10	9	8	1	1		
<i>Rhamnus granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Weberb. ex M.C. Johnston.	1												
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	29	63	65	52	51	66	6	37	46	52	29	91	
<i>Sambucus mexicana</i> C. Presl ex DC.	7	1	1				4	1	1				
<i>Schinus molle</i> L.	9	3	1				2	3	2				
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	29	3					18	4					
<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H.S. Irwin & Barneby	7	1					4	1					
<i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn.	31	4					17	9					

<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss, ex Kunth	51	18	1				10	10	4			
<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze		1	2	1								
<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	8		1				1	4	1			

Fuente. IERSE 2017; Jiménez, Peralta

En cuanto al almacenamiento de carbono a nivel del parque se puede observar que el mismo incrementa en el año 2019 a pesar de que el número de individuos disminuye (Figura 5.). Por ello, para solventar las dudas acerca de este resultado, se cuantificó el almacenamiento de carbono pero a partir de clases diamétricas (Figura 6). Se detalla un gran incremento del almacenamiento de carbono en las especies mayores a 50 cm de diámetro, pues en el año 2017 se obtiene un total de 18,37 toneladas métricas y en el año 2019 se alcanza un total de 32,50 toneladas métricas. Cabe destacar que el incremento de carbono se debe a que en el año 2017 no se tuvo en cuenta la especie *Eucalyptus globulus* que a pesar de que en el año 2019 dicha especie cuenta con solamente 7 individuos su capacidad de almacenamiento de carbono es considerable debido a su tamaño y a su velocidad de crecimiento, por ello se concluye que el almacenamiento de carbono no es real en ninguno de los dos años.

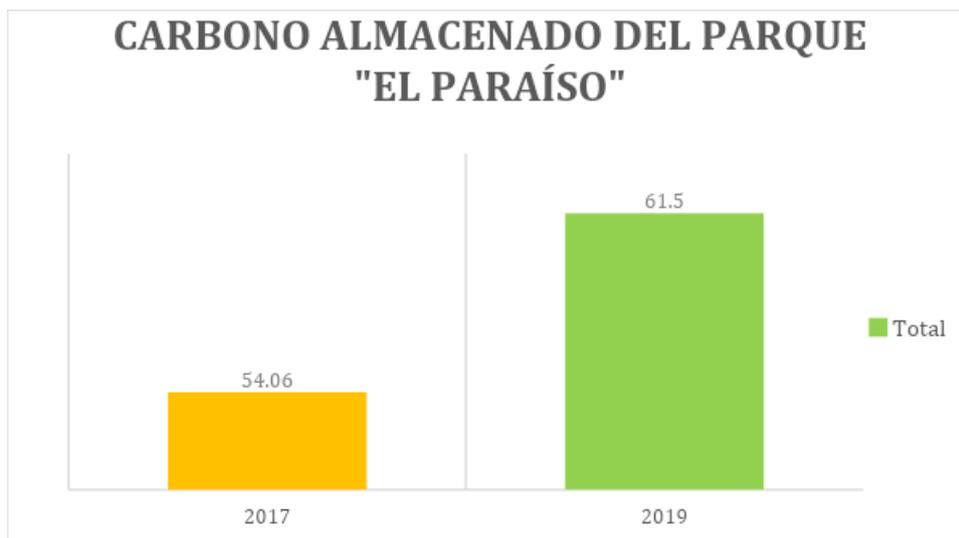
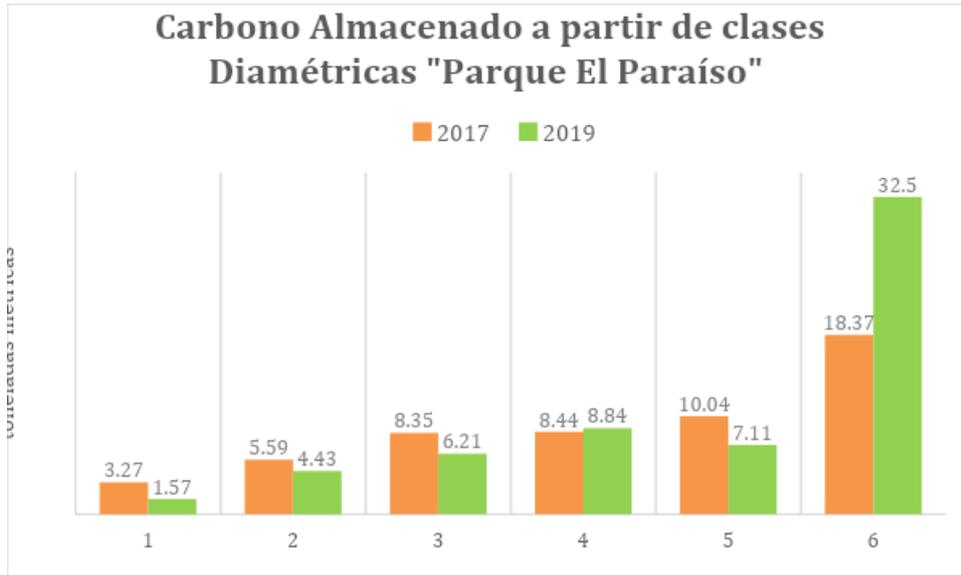


Figura5. Toneladas de Carbono Almacenado del parque “El Paraíso” en el año 2017 y en el año 2019

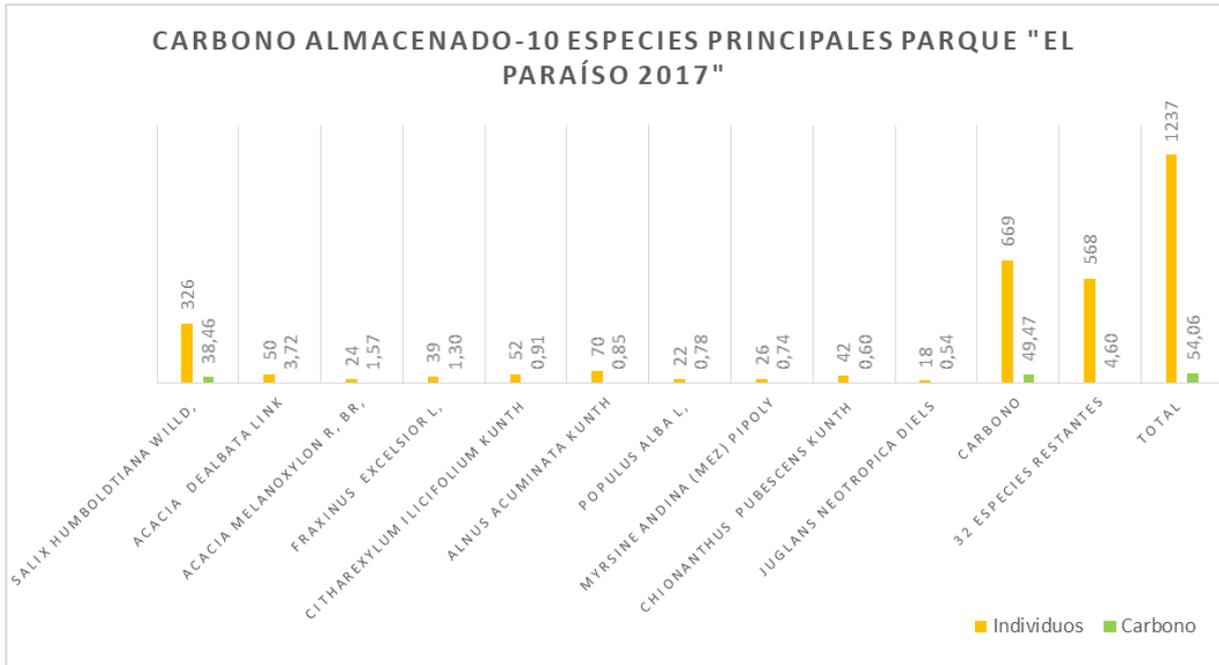
Fuente. Jiménez, Peralta



**Figura6.** Toneladas de Carbono Almacenado del parque “El Paraíso” en los años 2017 y 2019 a partir de clases diamétricas.

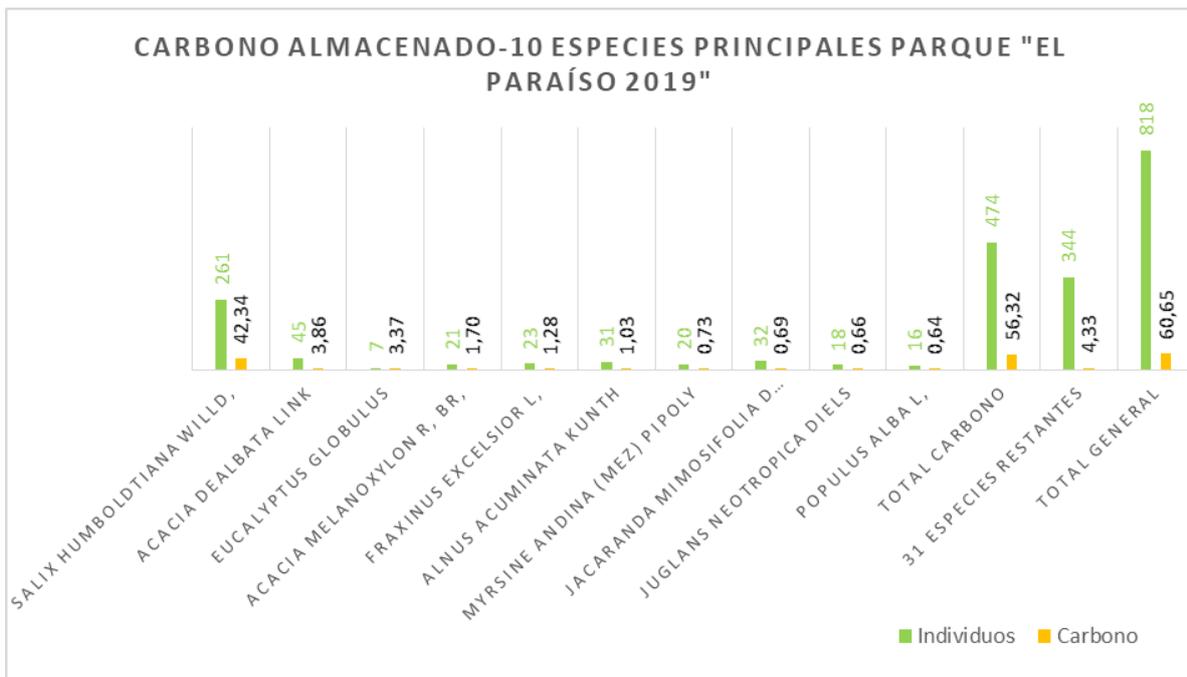
**Fuente.** Jiménez, Peralta

También se calculó el carbono almacenado del parque teniendo en cuenta las 10 especies con mayor secuestro de carbono como se puede ver en la figura 7 y en la figura 8, obteniendo como resultado que la especie *Salix humboldtiana Willd.*, es la que retiene mayor cantidad de carbono tanto en el año 2017 con un total de 38,46 toneladas métricas como en el año 2019 con un total de 42,34 toneladas métricas seguida por la especie *Acacia dealbata Link*; con un total de 3,71 toneladas métricas en el año 2017 y 3,86 toneladas métricas en el año 2019; sin embargo, cabe mencionar, que a pesar de que el número de individuos disminuye la capacidad de retención aumenta gracias a que a lo largo de los dos años el manejo del parque ha ido mejorando a pesar de que se han talado, cortado y retirado diferentes individuos.



**Figura7.** Toneladas de Carbono Almacenado de las 10 especies con mayor retención del mismo del parque “El Paraíso” en el año 2017.

**Fuente.** Jiménez, Peralta



**Figura8.** Toneladas de Carbono Almacenado de las 10 especies con mayor retención del mismo del parque “El Paraíso” en el año 2019.

**Fuente.** Jiménez, Peralta

Por consiguiente, debido a que las especies con mayor retención de carbono varían en el año 2017 y 2019 se procedió a realizar una comparación de las especies más abundantes dentro del parque teniendo en cuenta el mismo número de individuos y las mismas especies como lo muestra la figura 9; sin embargo, nuevamente no se pudo obtener datos reales del almacenamiento de carbono, pues al realizar esta comparación no se tuvo en cuenta que especies como *Salix humboldtiana* Willd, con un total de 30,27 toneladas métricas en el año 2017 y con un total de 42,34 toneladas métricas en el año 2019, y *Acacia dealbata* Link con un total de 3,54 toneladas métricas en el año 2017 y 3,86 toneladas métricas en el año 2019, iban a resultar ser las especies con mayor capacidad de retención de carbono dentro del parque “El Paraíso” gracias a que el número de individuos existentes de dichas especies es mayor en comparación a especies como *Jacaranda mimosifolia* D Don, y *Tecoma stans* (L,) Juss, ex Kunth.

**Tabla 4.** 9 Especies abundantes seleccionadas con el mismo número de individuos del parque “El Paraíso” en los años 2017 y 2019.

Especie	Individuos 2017	Individuos 2019	Carbono 2017(t)	Carbono 2019(t)	Individuos
<i>Salix humboldtiana</i> Willd,	326	261	30,27	42,34	261
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D Don,	94	32	0,11	0,68	32
<i>Tecoma stans</i> (L,) Juss, ex Kunth	70	24	0,23	0,35	24
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	70	31	0,37	1,03	31
<i>Citharexylum ilicifolium</i> Kunth	52	34	0,63	0,60	34
<i>Acacia dealbata</i> Link	50	45	3,54	3,86	45
<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth	42	23	0,35	0,39	23

<i>Fraxinus excelsior</i> L,	39	23	1,07	1,28	23
<i>Prunus serotina</i> Ehrh,	36	29	0,42	0,61	29
<b>Total</b>	<b>779</b>	<b>502</b>	<b>37,02</b>	<b>51,19</b>	<b>502</b>

Fuente. Jiménez, Peralta

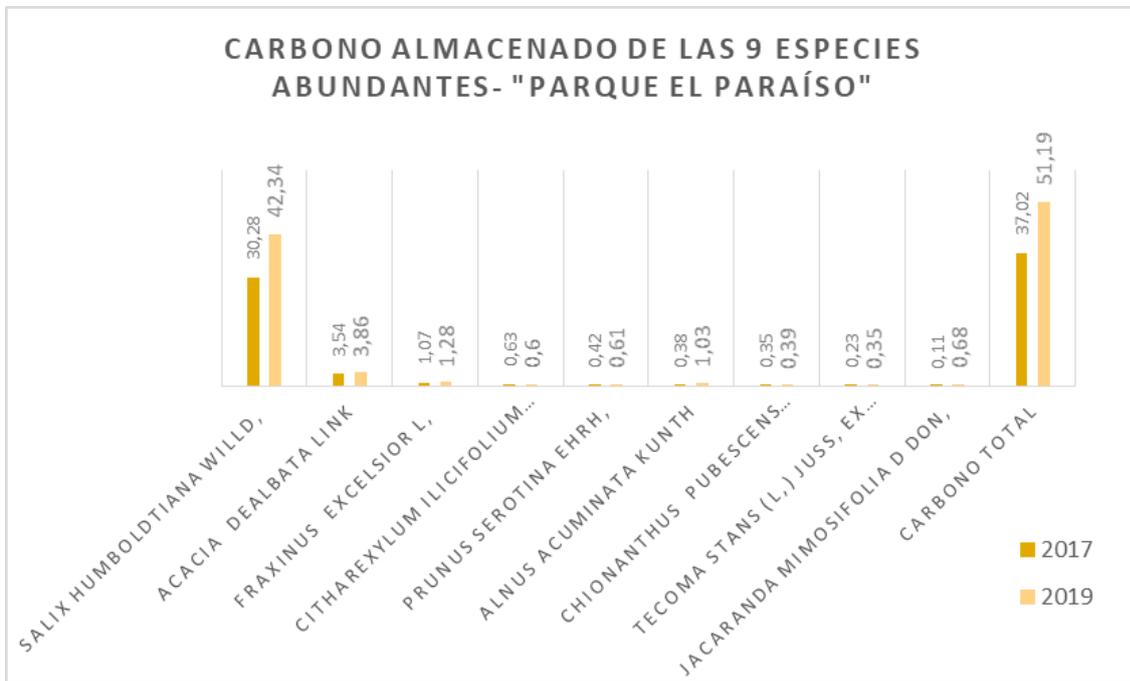
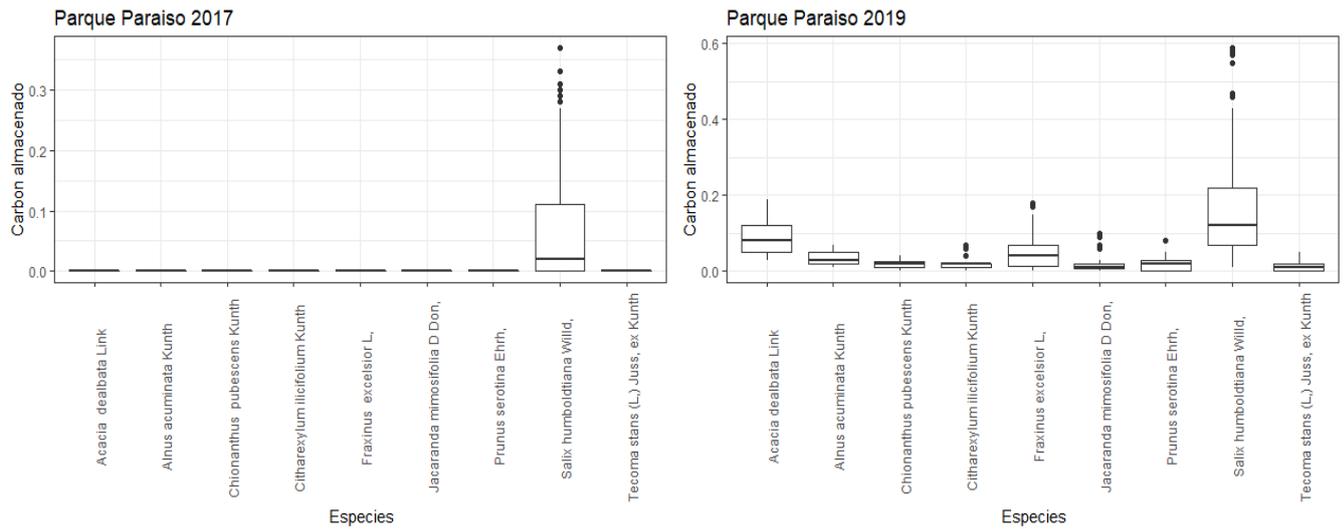


Figura9. Toneladas de Carbono Almacenado de las 9 especies más abundantes con el mismo número de individuos del parque “El Paraíso” en los años 2017 y 2019.

Fuente. Jiménez, Peralta

Es así, que finalmente, se calculó la retención de carbono por medio de los promedios de las 9 especies seleccionadas anteriormente, obteniendo como resultado que a nivel general el carbono del parque aumenta a lo largo de dos años; cabe recalcar que la especie *Salix humboldtiana Willd*, sigue siendo la especie con mayor retención de carbono.



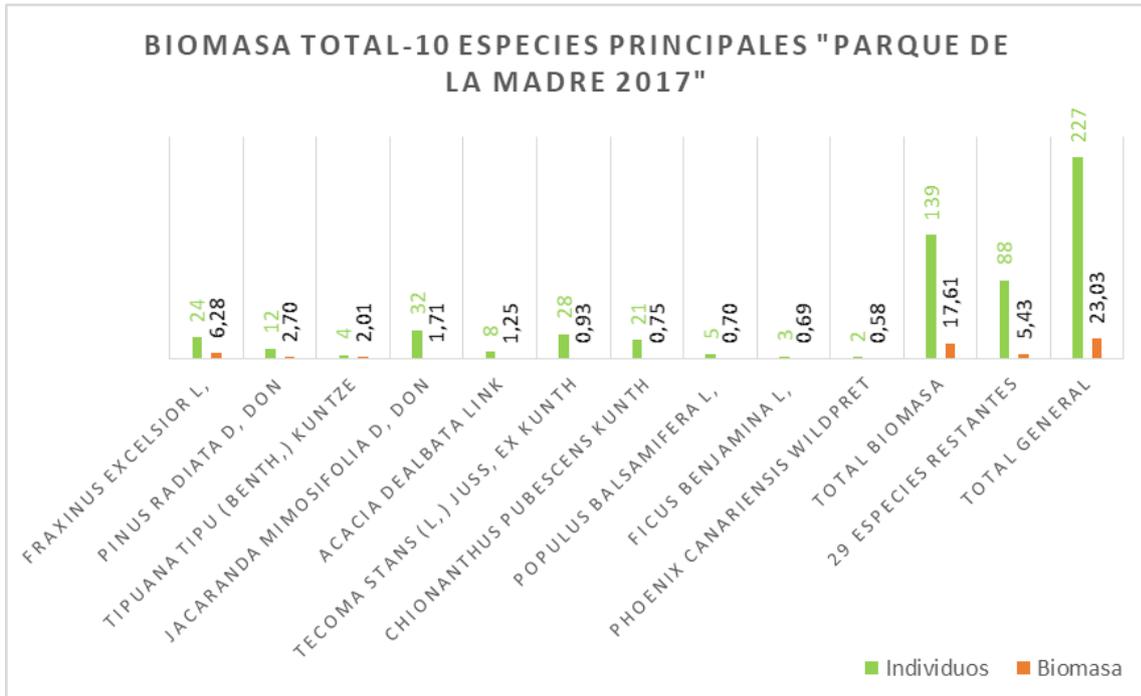
**Figura10.** Promedio de Carbono Almacenado en toneladas de las 9 especies más abundantes con el mismo número de individuos del parque “El Paraíso” en los años 2017 y 2019.

**Fuente.** Jiménez, Peralta

- **3.2 Parque “De la Madre”**

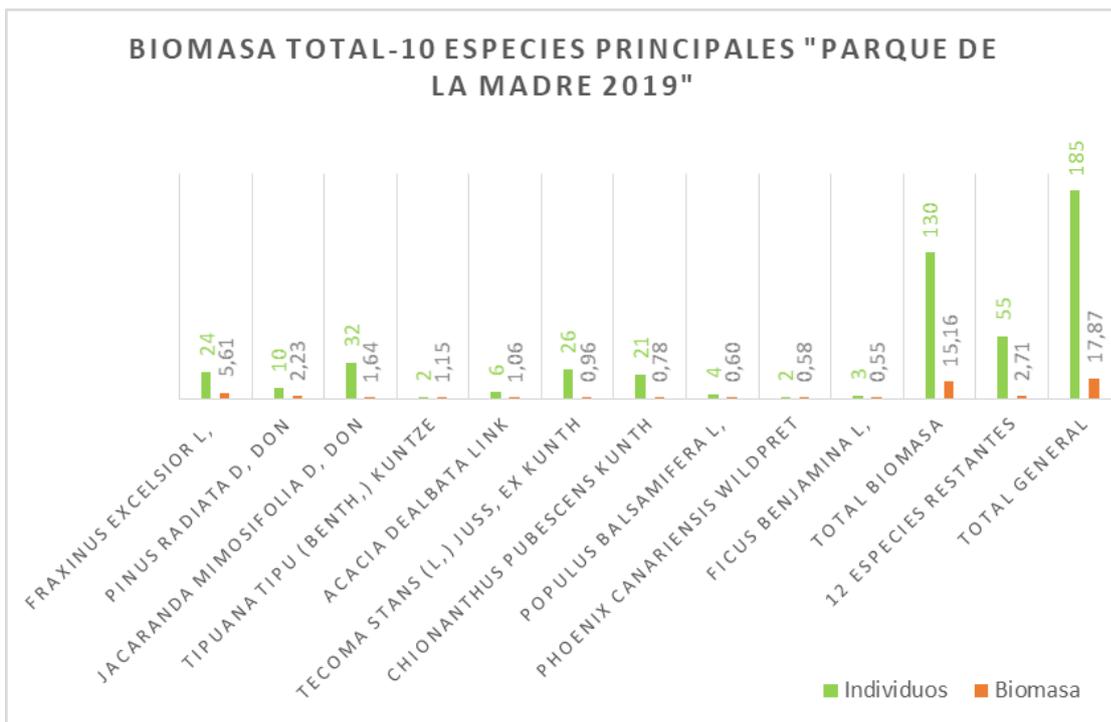
**3.2.1 Biomasa:**

Se la cuantificó igual que en el parque “El Paraíso” a través de las diez especies más abundantes en cuanto a biomasa como muestran las figuras 11 y 12. Se obtuvo como resultado que la especie *Fraxinus excelsior* L, con un total de 6,28 kg de biomasa aérea durante el año 2017 y con un total de 5,61 kg de biomasa aérea durante el año 2019 es la especie con peor estado ecológico y con menor conservación del parque “De la Madre” debido a que a pesar de que tiene gran número de individuos registra un decremento a lo largo de dos años.



**Figura11.** Biomasa Total en gramos de las 10 especies principales del parque “De la Madre” en el año 2017.

**Fuente.** Jiménez, Peralta



**Figura12.** Biomasa Total en gramos de las 10 especies principales del parque “De la Madre” en el año 2019.

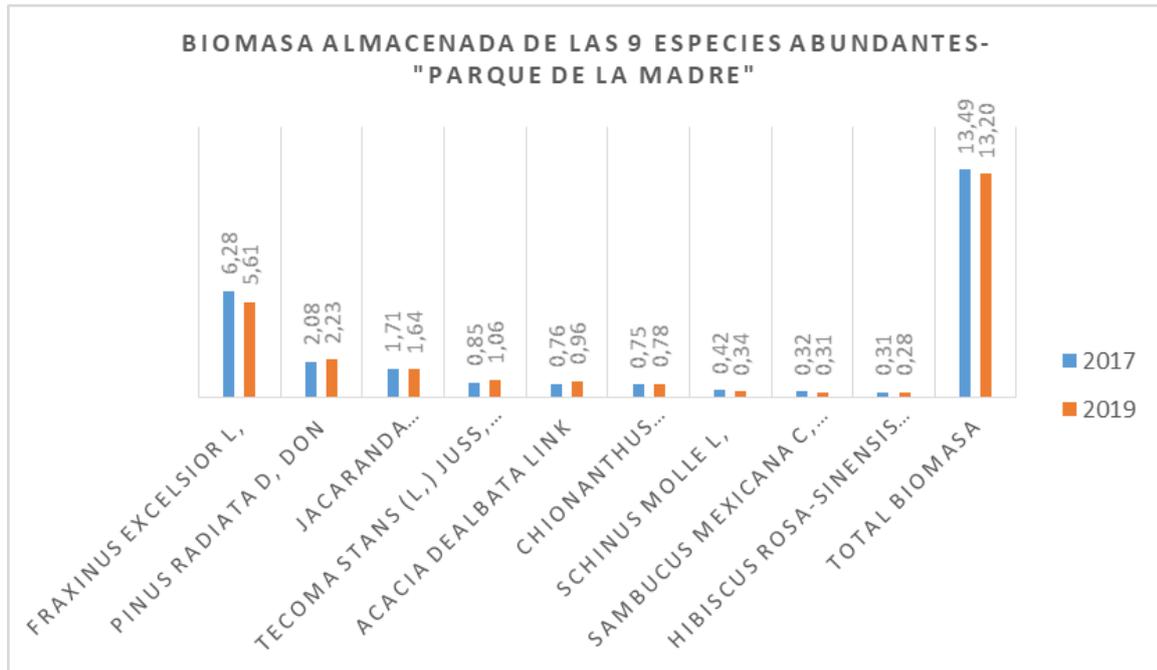
**Fuente.** Jiménez. Peralta

Debido a que no se tiene las mismas especies se procedió a realizar la selección de las especies más abundantes teniendo en cuenta el mismo número de individuos (Figura 13). Es importante mencionar, que existe una variante en el estado de conservación de algunas especies dentro del parque como por ejemplo, la especie *Pinus radiata* D,Don aumenta su estado de conservación ya que en el año 2017 cuenta con un total de 2,08 kg de biomasa aérea y en el año 2019 cuenta con un total de 2,23 kg de biomasa aérea al igual que la especie *Acacia dealbata* Link que en el año 2017 representa un total de 0,76 kg de biomasa aérea y en el año 2019 representa un total de 0,96 kg de biomasa aérea, por ello se puede mencionar que son las especies con mejor estado de conservación puesto que, a pesar de que su número de individuos es menor registran un incremento notorio, sin embargo, especies como *Jacaranda mimosifolia* D,Don disminuyen su estado de conservación, en el 2017 cuenta con 1,71 kg de biomasa aérea y en el 2019 representa un total de 1,64 kg de biomasa aérea. Esta variante como ya fue mencionado básicamente se encuentra basada en el estrés al que se encuentran sometidas las especies debido a la presión de la creciente población humana y a la modificación del terreno.

**Tabla 5. 9** Especies abundantes seleccionadas con el mismo número de individuos del parque “De la Madre” en los años 2017 y 2019.

Especie	Individuos 2017	Individuos 2019	Biomasa 2017(kg)	Biomasa 2019(kg)	Individuos
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D, Don	32	32	1,71	1,64	32
<i>Tecoma stans</i> (L,) Juss, ex kunth	28	26	0,85	0,96	26
<i>Fraxinus excelsior</i> L,	24	24	6,28	5,61	24
<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth	21	21	0,75	0,78	21
<i>Pinus radiata</i> D, Don	12	10	2,08	2,23	10
<i>Sambucus mexicana</i> C, Presl ex Dc,	8	7	0,32	0,28	7
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L,	8	8	0,31	0,31	8
<i>Acacia dealbata</i> Link	8	6	0,76	1,06	6
<i>Schinus molle</i> L,	7	7	0,42	0,34	7
<b>Total</b>	<b>148</b>	<b>141</b>	<b>13,49</b>	<b>13,20</b>	<b>141</b>

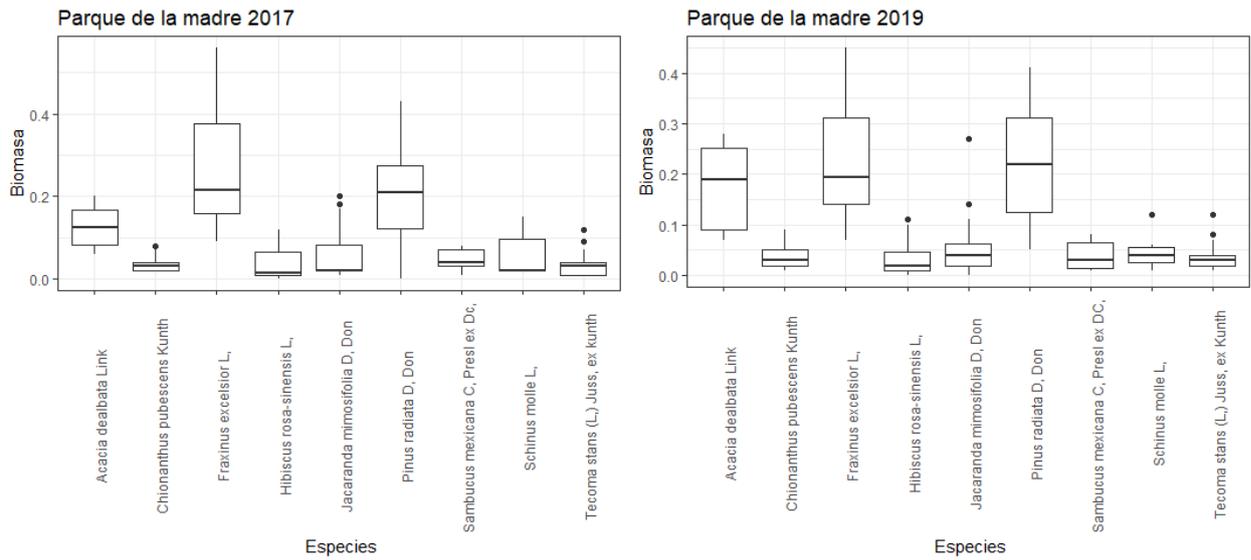
**Fuente.** Jiménez, Peralta



**Figura13.** Biomasa Total en gramos de las 9 especies más abundantes con el mismo número de individuos del parque “De la Madre” en los años 2017 y 2019.

**Fuente.** Jiménez, Peralta

De modo que no se tomó en cuenta la diferencia existente en número de individuos entre especies, se calculó la biomasa a través de los promedios de cada especie obteniendo como resultado que el estado de conservación del parque a nivel general ha ido decreciendo lo que genera que deje de ser un ecosistema sano que pierde cada vez sus funciones ambientales empobreciéndose ecológicamente.



**Figura14.** Promedio de Biomasa Total en gramos de las 9 especies más abundantes con el mismo número de individuos del parque “De la Madre” en los años 2017 y 2019.

**Fuente.** Jiménez, Peralta

### 3.2.2 Carbono Almacenado:

Dentro del Parque “De la Madre” en el muestreo realizado en el año 2017 se encontraron 39 especies y 227 individuos, sin embargo, durante el muestreo realizado en el año 2019 se encontraron un total de 22 especies y 185 individuos, tabla 6.

**Tabla 6.** Especie y número de individuos por especie dentro del parque “De la Madre” en los años 2017 y 2019

Especie	Individuos 2017	Individuos 2019
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D, Don	32	32
<i>Tecoma stans</i> (L,) Juss, ex kunth	28	26
<i>Fraxinus excelsior</i> L,	24	24
<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth	21	21
<i>Pinus radiata</i> D, Don	12	10

<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz,	10	
<i>Sambucus mexicana</i> C, Presl ex Dc,	8	7
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L,	8	8
<i>Acacia dealbata</i> Link	8	6
<i>Schinus molle</i> L,	7	7
<i>Eriobotrya serotina</i> (Thunb,) Lindl,	6	6
<i>Populus serotina</i> Ehrh L,	5	4
<i>Myrcianthes hallii</i> (O, Berg) McVaug	5	6
<i>Callistemon lanceolatus</i> (Sm,) Sweet	5	4
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent,	4	3
<i>Platanus occidentalis</i> L,	4	2
<i>Tipuana tipu</i> (Benth,) Kuntze	4	2
<i>Acacia melanoxylon</i> R, Br,	4	4
<i>Ficus benjamina</i> L,	3	3
<i>Grevillea robusta</i> A, Cunn, ex r, Br,	3	3
<i>Callistemon ptyoides</i> F, Muell,	3	
<i>Prunus serotina</i> Ehrh,	3	3
<i>Morus alba</i> L,	3	2
<i>Phoenix canariensis</i> Wildpret	2	2
<i>Acacia macracantha</i> Humb, & Bonpl, ex Willd	1	
<i>Delostoma integrifolium</i> D, Don	1	
<i>Magnolia grandiflora</i> L	1	
<i>Cinnamomum camphora</i> (L,) J, Presl	1	
<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	1	
<i>Inga feuillei</i> DC,	1	
<i>Phyllanthus salviifolius</i> kunth	1	
<i>Juglans neotropica</i> Diels	1	
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw,	1	
<i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn,	1	
<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	1	
<i>Malpighia emarginata</i> DC,	1	

<i>Casuarina equisetifolia</i> L,	1	
<i>Cotoneaster acuminatus</i> Lindl,	1	
<i>Podocarpus sprucei</i> Parl,	1	
<b>Total general</b>	<b>227</b>	<b>185</b>

Fuente. Jiménez, Peralta

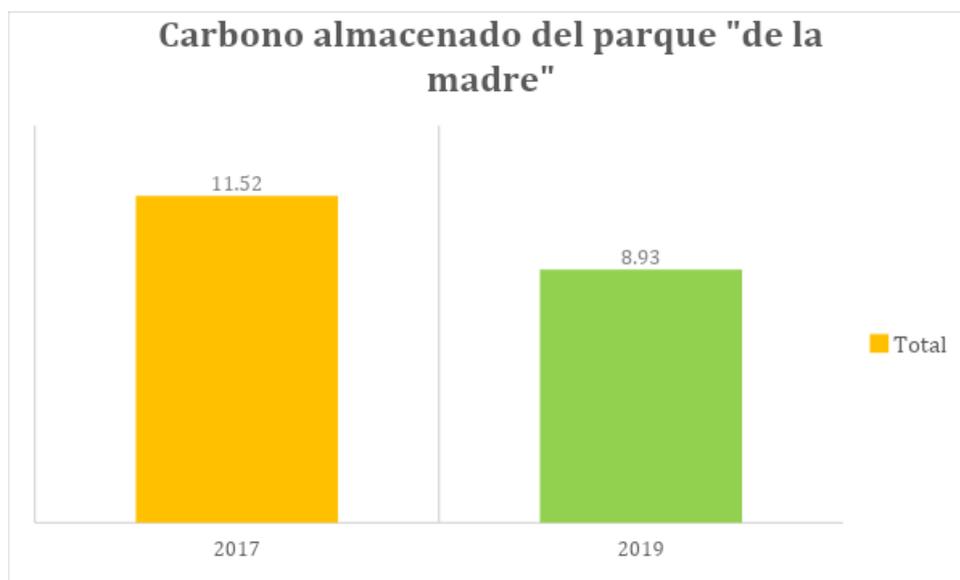
**Tabla 7.** Especie y número de individuos por clase diamétrica dentro del parque “De la Madre” en los años 2017 y 2019.

Especie	2017						2019					
	<10	10.-20	20-30	30-40	40-50	>50	<10	10.-20	20-30	30-40	40-50	>50
<i>Acacia dealbata</i> Link		1	1	2	3	1			2	1	1	2
<i>Acacia macracantha</i> Humb, & Bonpl, ex Willd			1									
<i>Acacia melanoxylon</i> R, Br,		3		1				3		1		
<i>Callistemon lanceolatus</i> (Sm,) Sweet	3	2					2	2				
<i>Callistemon ptyoides</i> F, Muell,		2	1									
<i>Casuarina equisetifolia</i> L,			1									
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz,	2	1	5	1	1							
<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth	17	4					15	6				
<i>Cinnamomum camphora</i> (L,) J, Presl						1						
<i>Cotoneaster acuminatus</i> Lindl,	1											
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw,						1						
<i>Delostoma integrifolium</i> D, Don	1											
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb,) Lindl,	2	4					2	4				
<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli					1							
<i>Ficus benjamina</i> L,				1		2					2	1
<i>Fraxinus excelsior</i> L,		3	7	6	2	6		4	8	3	5	4
<i>Grevillea robusta</i> A, Cunn, ex r, Br,				1	1	1				1	1	1
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L,	4	1	1	1	1		3	3		1	1	
<i>Inga feuillei</i> DC,	1											
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D, Don	13	7	9		3		8	15	5	4		
<i>Juglans neotropica</i> Diels					1							
<i>Magnolia grandiflora</i> L	1											
<i>Malpighia emarginata</i> DC,		1										
<i>Morus alba</i> L,	2	1					2					
<i>Myrcianthes hallii</i> (O, Berg) McVaug	4			1			5		1			
<i>Phoenix canariensis</i> Wildpret					2						2	
<i>Phyllanthus salviifolius</i> kunth		1										
<i>Pinus radiata</i> D, Don	1		2	1	2	6		1	1	1	1	6
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent,	4						3					
<i>Platanus occidentalis</i> L,	1	1		1			1		1			
<i>Podocarpus sprucei</i> Parl,	1											

<i>Populus balsamifera L,</i>		1		2	1	1			1		1	2
<i>Prunus serotina Ehrh,</i>	2				1		2			1		
<i>Sambucus mexicana C, Presl ex Dc,</i>	2	3	3				2	2	3			
<i>Schinus molle L,</i>	3	1	2	1			1	5		1		
<i>Syzygium paniculatum Gaertn,</i>		1										
<i>Tecoma stans (L,) Juss, ex kunth</i>	10	14	3	1			6	16	3	1		
<i>Tipuana tipu (Benth,) Kuntze</i>						4						2
<i>Yucca guatemalensis Baker</i>				1								

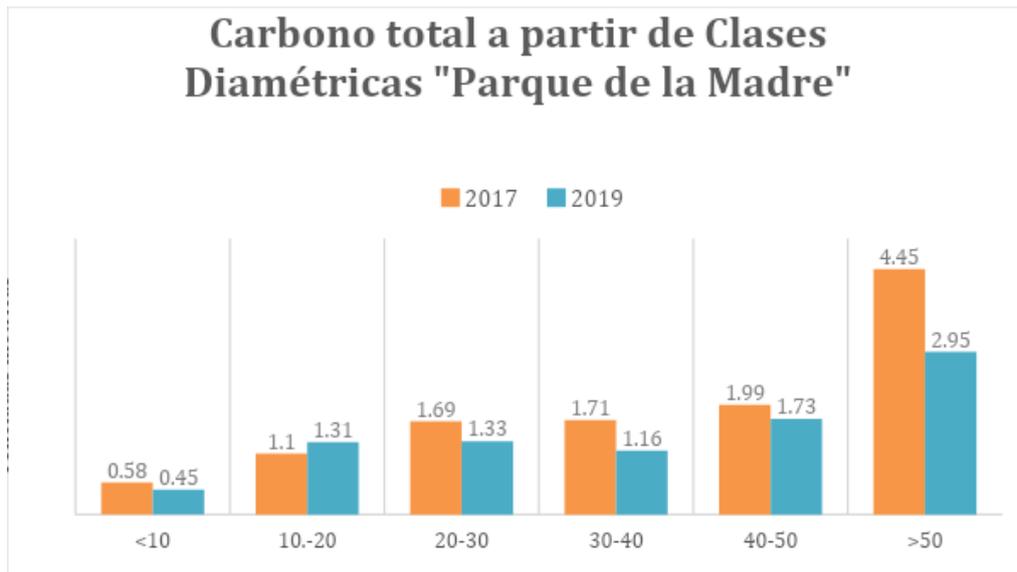
**Fuente.** Jiménez, Peralta

Con relación al almacenamiento de carbono se puede observar en la figura 15 que a nivel del parque “De la madre” se ha generado una disminución en la retención del mismo en el año 2019, es así que, para obtener mayor información acerca de este resultado, se realizó el cálculo, a partir de clases diamétricas como lo demuestra la figura 16. En donde se detalla una gran disminución del almacenamiento de carbono en las especies mayores a 50 cm de diámetro pues en el año 2017 se obtiene un total de 4,45 toneladas métricas y en el año 2019 se alcanza un total de 2,95 toneladas métricas. Cabe mencionar, que este resultado se genera debido a la disminución en el número de especies e individuos dentro de este parque a lo largo de 2 años por las modificaciones que ha sufrido el mismo.



**Figura15.** Toneladas de Carbono Almacenado del parque “De la Madre” en el año 2017 y en el año 2019

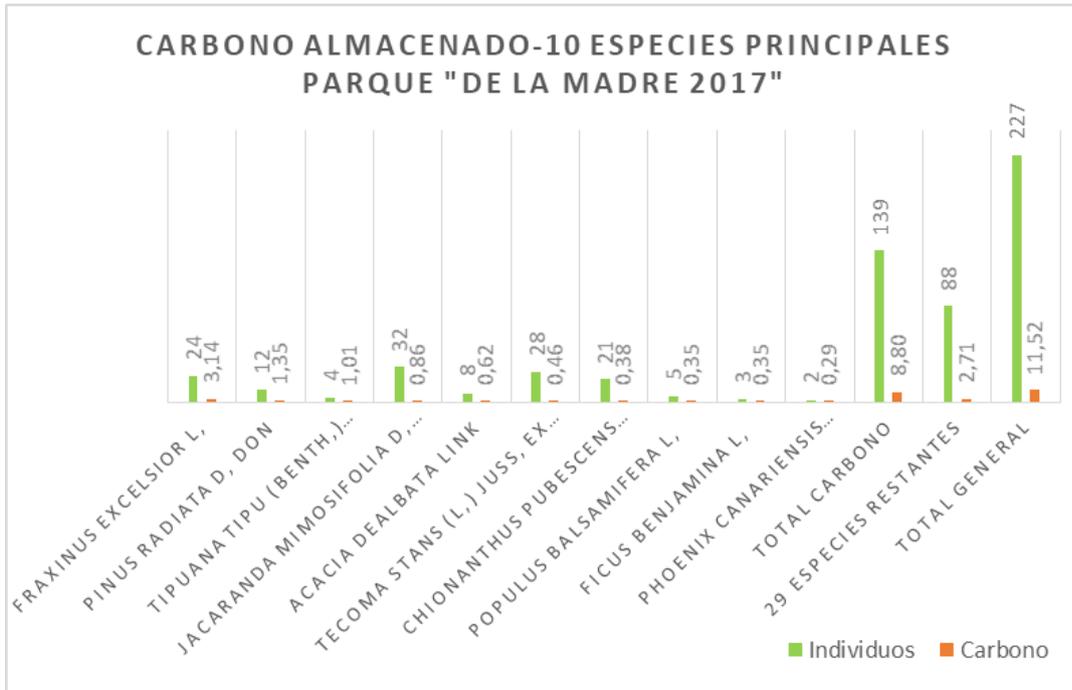
**Fuente.** Jiménez, Peralta



**Figura16.** Toneladas de Carbono Almacenado del parque “De la Madre” en los años 2017 y 2019 a partir de clases diamétricas

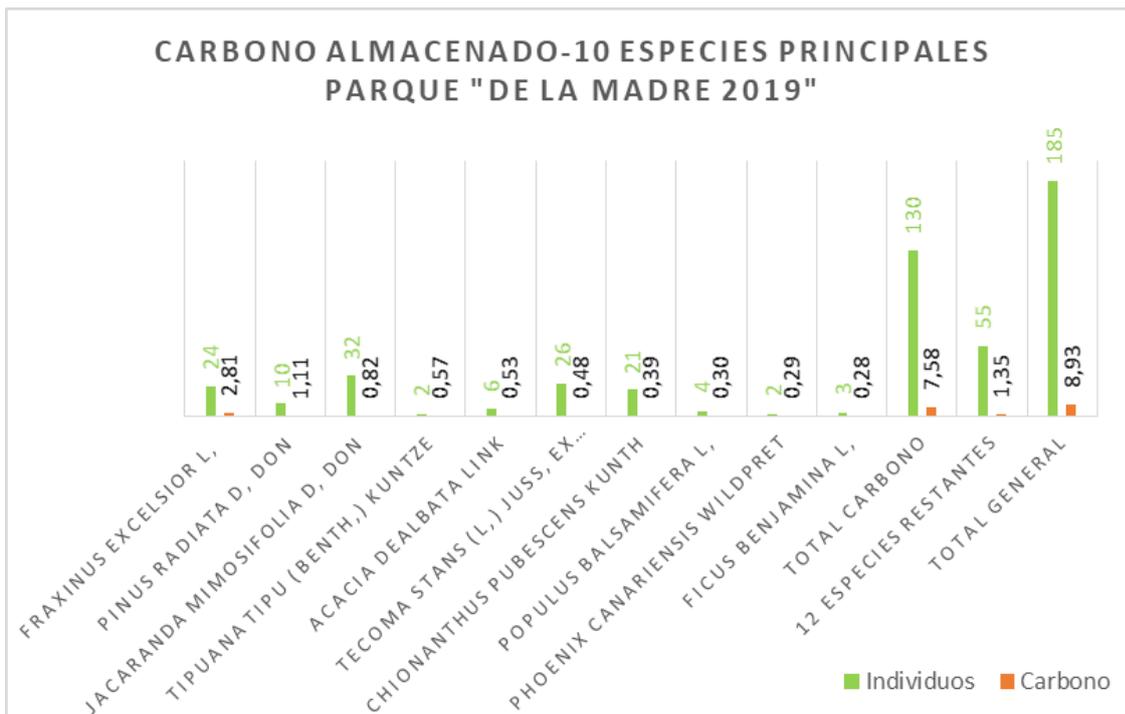
**Fuente.** Jiménez, Peralta

De la misma forma al igual que en el parque “El Paraíso”, se calculó además el carbono almacenado del parque teniendo en cuenta las 10 especies con mayor retención de carbono como se puede ver en la figura 17 y en la figura 18, obteniendo como resultado que la especie *Fraxinus excelsior* L, con un total de 3,14 toneladas métricas en el año 2017 es la que mayor capacidad de almacenamiento tiene; sin embargo en el año 2019 a pesar de tener el mismo número de individuos esta especie disminuye su capacidad de almacenamiento a 2,81 toneladas métricas, al igual que la especie *Jacaranda mimosifolia* D, Don que en el año 2017 cuenta con un almacenamiento de 0,86 toneladas métricas y en el año 2019 almacena 0,82 toneladas métricas de carbono. Es importante mencionar que en general la capacidad de almacenamiento de las especies dentro de este parque disminuye notoriamente debido al estrés que se sufren por la intervención y modificación del hombre.



**Figura17.** Toneladas de Carbono Almacenado de las 10 especies con mayor retención del mismo del parque “De la Madre” en el año 2017

**Fuente.** Jiménez, Peralta



**Figura18.** Toneladas de Carbono Almacenado de las 10 especies con mayor retención del mismo del parque “De la Madre” en el año 2019

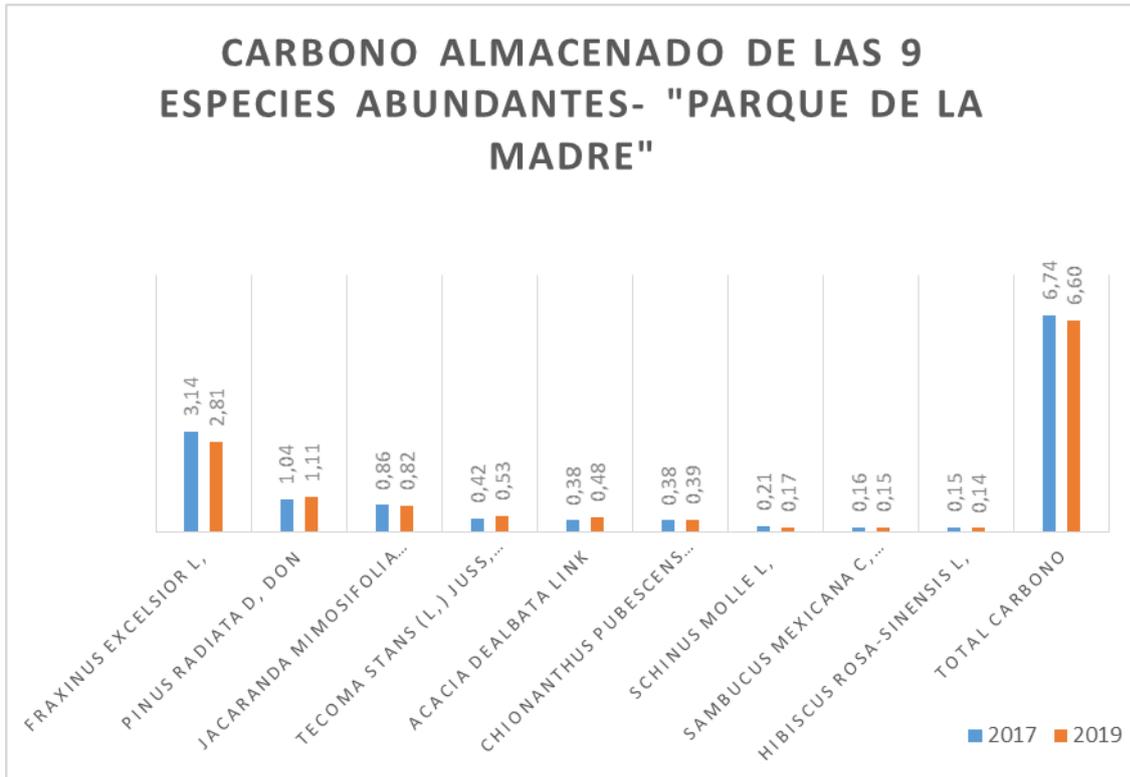
**Fuente.** Jiménez, Peralta

Para obtener resultados más específicos y más cercanos a la realidad se procedió a realizar una comparación de las especies más abundantes en el parque teniendo en cuenta el mismo número de individuos y las mismas especies como lo muestran la figura 19, obteniendo como resultado que la especie *Fraxinus excelsior* L, con un total de 3,14 toneladas métricas en el año 2017 y con 2,81 toneladas métricas en el año 2019 es la especie con mayor capacidad de retención de carbono dentro del parque “De la Madre”, seguida por la especie *Pinus radiata* D, Don con un total de 1,04 toneladas métricas en el año 2017 y 1,11 toneladas métricas en el año 2019. Sin embargo, estos datos son irreales ya que al igual que en el parque “El Paraíso” no se tuvo en cuenta la diferencia existente en el número de individuos entre especies.

**Tabla 8.** 9 Especies abundantes seleccionadas con el mismo número de individuos del parque “De la Madre” en los años 2017 y 2019.

Especie	Individuos 2017	Individuos 2019	Carbono 2017(t)	Carbono 2019(t)	Individuos
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D, Don	32	32	0,86	0,82	32
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss, ex kunth	28	26	0,42	0,47	26
<i>Fraxinus excelsior</i> L,	24	24	3,14	2,80	24
<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth	21	21	0,38	0,39	21
<i>Pinus radiata</i> D, Don	12	10	1,04	1,11	10
<i>Sambucus mexicana</i> C, Presl ex Dc,	8	7	0,16	0,14	7
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L,	8	8	0,15	0,15	8
<i>Acacia dealbata</i> Link	8	6	0,38	0,53	6
<i>Schinus molle</i> L,	7	7	0,21	0,16	7
<b>Total</b>	<b>148</b>	<b>141</b>	<b>6,74</b>	<b>6,60</b>	<b>141</b>

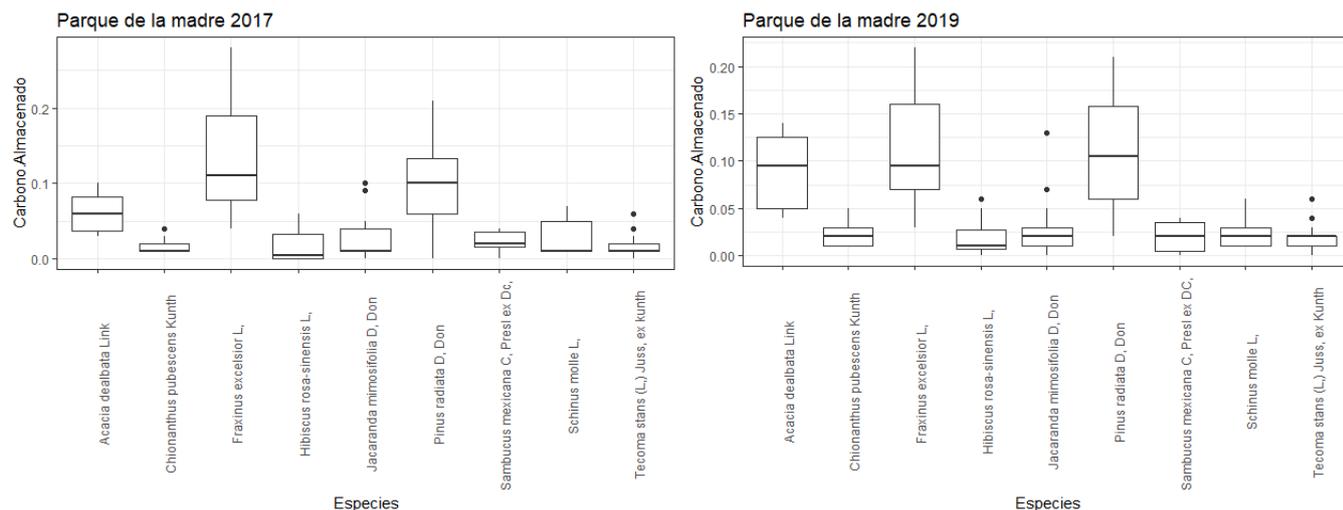
**Fuente.** Jiménez, Peralta



**Figura19.** Toneladas de Carbono Almacenado de las 9 especies más abundantes con el mismo número de individuos del parque “De la Madre” en el año 2017 y en el año 2019.

**Fuente.** Jiménez, Peralta

Por último, se calculó la retención de carbono por medio de los promedios de las 9 especies seleccionadas anteriormente, obteniendo como resultado que a nivel general el carbono del parque disminuye a lo largo de dos años siendo más notorio en especies como *Fraxinus excelsior* L, *Acacia dealbata* Link. Cabe recalcar que este decremento se debe a que este parque se encuentra en una zona muy transitada de la ciudad y además como ya fue mencionado anteriormente ha sufrido varios cambios.



**Figura20.** Promedio de Carbono Almacenado en toneladas de las 9 especies más abundantes con el mismo número de individuos del parque “De la Madre” en el año 2017 y en el año 2019.

**Fuente.** Jiménez, Peralta

## CAPÍTULO IV

### DISCUSIÓN

Un estudio de almacenamiento de carbono en bosques naturales dentro del Ecuador ubicado en dos sitios: Quebrada El Padmi y Meseta Rocosa, pertenecientes a la provincia de Zamora Chinchipe. Este estudio enmarca procedimientos metodológicos similares a la presente investigación propuestos por el IPCC (2003) y Chave *et al.* (2005), mostrando resultados favorables, donde el carbono total en árboles representa el mayor aporte en cuanto a almacenamiento de carbono de la biomasa para el bosque, ya que representa el 76,92 % del carbono total con un valor equivalente a 263,12 Mg C ha<sup>-1</sup>, seguido del Carbono en las raíces que registra el 17,96 % con un valor equivalente a 60,76 Mg C ha<sup>-1</sup> y por último el componente que menos aporta es la necromasa con 5,12 % con un valor de 16,21 Mg C ha<sup>-1</sup> del carbono total. Además, el Carbono de biomasa total con un valor de 323,88 Mg C ha<sup>-1</sup>; estos componentes del carbono total del bosque suman un valor total de 340,09 Mg C ha<sup>-1</sup> en el bosque siempre verde piemontano.

En cuanto al carbono almacenado por especies y según el estudio han tomado en cuenta 10 especies con mayor almacenamiento, se registró que el sitio Quebrada El Padmi presenta la mayor cantidad de carbono almacenado, donde predominan dos especies: *Trichilia sp.* y *Albizia sp.*, esto se debe a la gran abundancia de estas especies en el bosque. A diferencia del

sitio Meseta Rocosa que presenta datos diferentes, ya que las especies que predominan con mayor cantidad de carbono almacenado y por ende registran mayor abundancia son: *Inga sp. 2* y *Sorocea vs. Trophoides W.C. Burger* (Correa, 2015).

Los estudios sobre la capacidad de retención de Carbono de la vegetación urbana pueden variar de acuerdo con la escala espacial y temporal, el tipo de información y certidumbre de los datos recopilados. Debido a que en la actualidad no existen muchos estudios a nivel urbano sobre captura de Carbono, podemos mencionar el estudio de Domínguez (2016) “Estimaciones de Captura de los Parques y Emisiones de CO<sub>2</sub> vehicular en Tijuana, B.C.” donde corroboró con otros estudios que las variables más relevantes a tomar en cuenta para la captura de CO<sub>2</sub> del arbolado urbano, son la especie, el DAP y la densidad de árboles por superficie (Escobedo *et al.*, 2010; Nowak, 2016), siendo la especie la variable de mayor peso. Por lo que respecta a la variable especie, en Tijuana *Eucalyptus globulus* es la que más captura CO<sub>2</sub> y es de las más abundantes, aunque también es considerada como especie invasora (Chaparro & Terradas, 2009). Es el caso del estudio en este proyecto, pues los 7 individuos de la especie *Eucalyptus globulus* aportan con mayor retención de Carbono en el parque “El Paraíso”.

La capacidad de acumulación de CO<sub>2</sub> varía por especie. En este estudio las especies que más acumularon fueron la especie arbórea nativa *Salix humboldtiana* Willd, las especies arbóreas introducidas como *Jacaranda mimosifolia* D Don, *Acacia dealbata* Link y como antes ya fue mencionado, para el año 2019, se tomó en cuenta la especie *Eucalyptus globulus*.

En este punto es imprescindible mencionar que la velocidad de crecimiento y el tamaño del individuo influyen de manera directa en el almacenamiento de carbono pues un estudio realizado por la Universidad de Alcalá (UAH) contradice la suposición “de que el crecimiento de los árboles disminuye a medida que éstos se hacen más viejos y de mayor tamaño” (UAH,2014).

Por ello, especies como las que se mencionaron anteriormente sobre todo *Salix humboldtiana* Willd, debe ser considerada en proyectos de reforestación pues ayudan a la conservación del suelo, al establecimiento de otras especies arbóreas y sobre todo tienen un crecimiento rápido y una gran capacidad de regeneración. Por otro lado, la especie *Eucalyptus globulus* también

debería ser tomada en cuenta pues los árboles grandes y viejos secuestran más dióxido de carbono de la atmósfera de lo que comúnmente se asumía, sin embargo, hay que tener en cuenta que los árboles viejos, después de todo, pueden morir y perder carbono de nuevo hacia la atmósfera a medida que se descomponen.

Los dos parques de Cuenca tomados en cuenta para este estudio, han presentado un gran dinamismo al ser modificados e intervenidos por el hombre en los últimos dos años; ya que se han talado árboles dando lugar a la pérdida de algunas especies como *Cedrela montana* Moritz ex Turcz y *Callistemon pityoides* F, Muell, en el parque de “La Madre” y en el parque de “El Paraíso” las especies *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze y *Monactis holwayae* (S,F, Blake) H, Rob,. Sin tener en cuenta las consecuencias ambientales que dichos cambios generan., las autoridades y la sociedad no tienen muy claro que el cuidado y la conservación de los árboles dentro de los parques es esencial para el medio urbano, pues gracias a su tamaño y morfología se comportan como pulmones de la ciudad.

No obstante, es necesario recalcar, que el parque “De la Madre” ha perdido gran parte de su función ambiental, pues al intentar embellecer el sitio solamente se obtuvo como resultado empobrecer el lugar ambientalmente, olvidando que al retirar árboles y aumentar asfalto dentro de las áreas verdes solo se aporta de manera directa al incremento de gases en la atmósfera por lo que se debería plantear de manera inmediata un plan ambiental para mejorar las funciones ecológicas de este parque centrándose en especies que cuentan con mejor estado ecológico dentro del parque como *Pinus radiata* D,Don que tiene un crecimiento rápido y aporta a la regeneración de suelos degradados y *Acacia dealbata* Link, que de igual manera tiene un crecimiento rápido, aunque hay que tener en cuenta que su ciclo de vida llega solo hasta los 30 años lo que significaría un aporte de carbono a la atmósfera cada que un individuo de esta especie muriera.

Es importante mencionar que la calidad de vida en entornos urbanos mejora extraordinariamente teniendo una adecuada conservación y manejo de la vegetación, pues contribuye de manera directa a la purificación del aire, mejora del clima, retención de humedad del suelo y aire y además y sobre todo muy importante mencionar que genera

sombra, lo que evita que la temperatura dentro de las zonas urbanas incremente, sin embargo, no se han hecho muchos intentos para abordar el potencial de los árboles en el secuestro de carbono en escenario urbano (Nowak & Crane 2002).

Por esta razón, es necesario prestar mayor atención a la selección de árboles en las ciudades, no sólo con el fin de un mantenimiento fácil, sino para seleccionar una mezcla adecuada de árboles teniendo en cuenta que cuando los árboles urbanos son jóvenes el stock de carbono en pie no es sustancial, sin embargo, el crecimiento de los árboles representa un aumento potencial en la biomasa y por lo tanto el secuestro de carbono depende de la tasa de crecimiento (Niranjana & Viswanath, 2005).

Así pues, para finalizar, es necesario aclarar que a pesar de que los árboles dentro de la ciudad son de gran importancia, mal gestionados son una fuente de contaminación para el medio ambiente urbano y contribuyen a la destrucción de carreteras e incluso infraestructura lo que conlleva a que las autoridades centren su atención en la rehabilitación de dichos daños ocasionados por raíces o ramas de los árboles (Kimpouni1 *et al.*, 2019).

Por ello, es preciso contar con proyectos ambientales que tengan como prioridad la sustitución de árboles en mal estado por árboles que generen protección contra el viento, sombreado y recolección de polvo en la ciudad lo que mejoraría en gran parte la salud y calidad de vida de la ciudadanía. Después de los resultados obtenidos en este proyecto se sugiere las siguientes recomendaciones para obtener una mejora en cuanto al manejo y conservación de especies dentro de los parques:

- Los dos parques muestreados en la presente investigación tienen diferente tipo de manejo, siendo el parque de “La Madre” el más intervenido y afectado teniendo gran pérdida de vegetación. Por lo que se sugiere replantear estrategias como la reforestación del sitio enfocándose a la conservación y manejo adecuado del mismo, ya que es uno de los parques dentro de las áreas denominadas a Patrimonio Cultural.

- Realizar un estudio similar, en el cual, se incluya la altura de los árboles. Ya sea en las mismas áreas u otras diferentes para poder generar más información sobre los parques de la ciudad de Cuenca.
- Desarrollar más investigaciones sobre captura y cuantificación de carbono en otros parques con áreas verdes externas y parques urbanos pequeños en la ciudad de Cuenca, para establecer comparaciones entre tipos de bosques, tomando en cuenta los factores influyentes en ambos ecosistemas.
- Dar a conocer los datos de pérdida de vegetación a las entidades responsables de su conservación dentro de los parques, para no solo generar una visión estética de los mismos, sino conservar su patrimonio natural.
- Generar fuentes de información a la ciudadanía para concientizar los beneficios ecosistémicos que nos brinda la vegetación y lo importante que es su conservación.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

Atiqul Haq, Shah Md., 2011, “Urban Green Spaces and an Integrative Approach to Sustainable Environment”, Revista de Protección Ambiental, Scientific Research, vol. 2, núm. 5, Julio, pp. 601-608.

Bermeo, H. (2010). IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES A NIVEL CANTONAL-CUENCA.

Céspedes, T. (2007). Evaluación de los Servicios Ecosistémicos prestados por los árboles al campus de la Pontificia Universidad Javeriana, (Bogotá, Colombia). Retrieved from file:///C:/Users/Usuario/Downloads/arboles\_campus (2).pdf

Castaño Jhon Elkin., Ortega Jorge. (2007). Diseño de un Sistema Gráfico para la Nomenclatura de Árboles y Arbustos de Cuenca Aplicado al Barranco de la Ciudad. Tesis de Grado Previa a la Obtención de Título de Diseñador Gráfico. Universidad del Azuay.

Chaparro, Lydia y Jaume Terradas, 2009, “Ecological services of urban forest in Barcelona.” Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals - Universidad Autònoma de Barcelona, Bellaterra España en: , consultado el 21 de junio del 2016.

Chave, J., Andalo, C., Brown, S. et al. *Oecologia* (2005) 145: 87. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0100-x>.

Chave, J., Condit, R., Muller-Landau, H., Thomas, S., Ashton, P., Bunyavejchewin, S., Co, L., Dattaraja, H., Davies, S., Esufali, S., Ewango, C., Feeley, K., Foster, R., Gunatilleke, N., Gunatilleke, S., Hall, P., Hart, T., Hernández, C., Hubbell, S., Itoh, A., Iratiprayoon, S., Lafrankie, J., Loo de Lao, S., Makana, J., Noor, N., Kassim, A., Samper, C., Sukumar, R., Suresh, H., Tan, S., Thompson J., Tongco, M., Valencia, R., Vallejo, M., Villa, G., Yamakura, T., Zimmerman, J., and Losos, E.: Assessing evidence for a pervasive alteration in tropical tree communities, *PLoS Biol.*, 6, e45, doi:10.1371/journal.pbio.0060045, 2008. 10707

Chave, J., Coomes, D., Jansen, S., Lewis, S. L., Swenson, N. G., and Zanne, A. E.: Towards a worldwide wood economics spectrum, *Ecol. Lett.*, 12, 351–366, doi:10.1111/j.1461-0248.2009.01285.x, 2009. 10710

Correa, J. F. (2015). *ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN BOSQUES NATURALES EN LA MICROCUENCA EL PADMI, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE*. Loja - Ecuador: Universidad Nacional de Loja.

Díaz, G. (2012). El Cambio Climático. *Ciencia Y Sociedad*, 2.

Domínguez, A. (2016). Estimaciones de Captura de los Parques y Emisiones de CO2 vehicular en Tijuana, B.C. Tijuana, B. C., México.

El Tiempo. (2015). Cuenca no cuenta con suficientes áreas verdes. Retrieved June 6, 2017, from <http://www.eltiempo.com.ec/noticias/cuenca/2/364332/cuenca-no-cuenta-con-suficientes-areas-verdes>.

El Mercurio. (2018). Cuenca: 9,06 m<sup>2</sup> de área verde por habitante. 1 de Julio, 2018, from <https://ww2.elmercurio.com.ec/2018/07/01/cuenca-906-m%C2%B2-de-area-verde-por-habitante/>

Escobedo, Francisco, Sebastian Varela, Min Zhao, John E. Wagner y Wayne Zipperer, 2010 “Analyzing the efficacy of subtropical urban forests in offsetting carbon emissions from cities.” *Environmental Science & Policy*, Elsevier, vol.13, núm. 5,Abril, pp. 362-372.

FAO. 2004. Inventario Forestal Nacional: Manual de Campo. Programa de Evaluación de los Recursos Forestales. Documento de trabajo 94/S. Guatemala.

FAO (2006). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Los bosques y el cambio climático. La gestión forestal es fundamental para afrontar el cambio climático. Disponible en: <http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2006/1000247/index.html>.

Fernández García, Felipe, 2009, “Ciudad y cambio climático: aspectos generales y aplicación al área metropolitana de Madrid”, Investigaciones Geográficas (Esp) Alicante, España, núm. 49, pp. 173-180.

FREITAS, L., OTAROLA, E., DEL CASTILLO, D., LINARES, C., MARTINEZ, P., ADOLFO, G. 2006. Servicios almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya y Samiria. Loreto-Perú. Documento Técnico N° 29. Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana-IIAP. 69 Pág.

Fundación Natura; CUENCAIRE; Comisión de Gestión Ambiental (2009). Inventario de emisiones atmosféricas del cantón Cuenca, año base 2007. Técnico, Ilustre Municipalidad de Cuenca, Cuenca.

Hyun-Kil, J., 2002, “Impacts of urban greenspace on offsetting carbon emissions for middle Korea”, Journal of Environmental Management, vol. 64, núm. 2, Febrero, pp. 115-126.

IERSE. (2017). Sistema de Inventario Forestal de Parques Urbanos de la Ciudad de Cuenca. Programa: Evaluación de la calidad ambiental en centros urbanos. Código 2017-76. IERSE: Geomática y Territorio - Herbario Azuay

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 2012a, Programas Municipales, obtenido de: <http://www.adaptacion.inecc.gob.mx/politicas-de-adaptacion/politicasubnacional/pacmun> el 17 de noviembre de 2015.

INEC. (2010). Urban Green Index Presentation. Índice Verde Urbano INEC.

IPCC. *Cambio Climático 1995: Segunda Evaluación*. Nueva York , EEUU: Panel Intergubernamental del Cambio Climático. (1995).

La organización Mundial de la Salud (OMS), recomienda que las ciudades cumplan con la superficie mínima de áreas verdes per cápita de 9 m<sup>2</sup> por habitante. (Cepal, 2010).

LEE PINTO GLENDA AMARILIS (2002). Estudio Preliminar para la Estimación de Biomasa y Cuantificación de Carbono para *Vochysia guatemalensis*, *Calophyllum brasilense* y *Cybistax donnellsmithii* en bosques de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Guatemala.

LOPEZ, I. S. 2008. Arbolado urbano en Mérida, Yucatán y su relación con aspectos socioeconomicos, culturales de la estructura urbana de la ciudad Tesis (Maestria en ciencias de Ecología Urbana). Mérida-México. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politecnico Nacional Unidad Merida. 172 Pág.

McHale, I.C. Burke, M.A. Lefsky, P.J. Peper y Gregory Mcpherson, 2009, “Urban forest biomass estimate: is it important to use allometric relationships developed specifically for urban trees?.”, *Urban Ecosystem*, Springer, vol. 12, Enero, pp.95-113.

MAHECHA, G. E., SÁNCHEZ, F., CHAPARRO, J. A., TOVAR, G., VILLOTA, L. A., MORALES, G., CASTRO, J. A., BOCANEGRA, F., QUINTERO, M. A. 2010. Arbolado urbano de Bogotá. identificación, descripción y bases para su manejo. Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., Secretaría Distrital de Ambiente, SDA.

Bogotá, Colombia: Editorial Scripto Gómez y Rosales Asociados Compañía LTDA.. 83. Pág.

McPherson, Gregory E., 1998, "Atmospheric carbon dioxide reduction by Sacramento's urban forest", *Journal of Arboriculture*, vol. 24, núm. 4 pp. 215-223, en:<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.155.764&rep=rep1&type=pdf>, consultado el 26 de enero del 2016.

Medina, M. I. (2007). *Guía de arquitectura Anarchitectural guide*.

Minga, D y A. Verdugo 2016. *Árboles y arbustos de los ríos de Cuenca. Serie Textos Apoyo a la Docencia Universidad del Azuay. Imprenta Don Bosco. Cuenca.*

Niranjana K.S y Viswanath.S. *APANews - Boletín Agroforestal de Asia y el Pacífico*, No. 26, julio de 2005.

NOWAK, D. J. 2002. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution* 116 (2002) 381-389. Obtenido de [http://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/2002/ne\\_2002\\_nowak\\_002.pdf](http://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/2002/ne_2002_nowak_002.pdf).

NOWAK, D. J., HEISLER, G., GRIMMOND, S., SOUCH, C., & GRANT, R. 1997. Quantifying the role of urban forest in removing atmospheric carbon dioxide. *Journal of Arboriculture* 17(10). Obtenido de [http://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/1997/ne\\_1997\\_mcpherson\\_001.pdf](http://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/1997/ne_1997_mcpherson_001.pdf)

NOWAK, D. J., HOEHN, R., & CRANE, D. E. 2007. Oxygen Production by Urban Trees in the United States. *Arboriculture & Urban Forestry*. 33(3):220-226. Obtenido de [http://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/2007/nrs\\_2007\\_nowak\\_001.pdf](http://www.nrs.fs.fed.us/pubs/jrnl/2007/nrs_2007_nowak_001.pdf)

NOWAK, D. J. 1994. Atmospheric carbon dioxide reduction by Chicago's urban forest. *Journal of Environmental Management* (1993) 37, 207-217.

Nowak, David J., Allison R. Bodine, Robert E. Hoehn III, Edgar Christopher B. Edgar, Dudley R. Hartel, Tonya W. Lister y Thomas J. Brandeis, 2016, "Austin's Urban Forest, 2014", U.S. Forest Service, Febrero, en: [https://www.itreetools.org/resources/reports/Austins\\_Urban\\_Forest\\_report.pdf](https://www.itreetools.org/resources/reports/Austins_Urban_Forest_report.pdf), consultado el 01 de julio del 2016.

Nowak, D. J. y Crane, D.E. 2002. Almacenamiento y secuestro de carbono por árboles urbanos en los EE.UU. *Medio ambiente Contaminación* 116:381-389.

Ordóñez D., J. A. B. 1999. Captura de carbono en un bosque templado: el caso de San Juan Nuevo, Michoacán. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. Desarrollo gráfico editorial. México, D. F. 72 p.

Ordóñez D., J. A. B. y O. Masera. 2001. La captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y Bosques* 7 (1): 3-12.

P.N.U.D. (2008). *Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008 (La lucha contra el Cambio Climático)*.

Porras López, Brunilda Ramira. (2011). Áreas Verdes en la Ciudad de Cuenca: parques, plazas, plazoletas y parques lineales. Universidad de Cuenca - Cuenca, Ecuador.

Quiroz Benítez, Diana Esmeralda, 2013, Las ciudades y el cambio climático: el caso de la política climática de la Ciudad de México, Estudios Demográficos y Urbanos,

El Colegio de México, A.C., Distrito Federal, México, vol. 28, núm. 2, Mayo-Agosto, pp. 343-382.

Revi, A., D.E. Satterthwaite, F. Aragón-Durand, J. Corfee-Morlot, R.B.R. Kiunsi, M. Pelling, D.C. Roberts, y W. Solecki, 2014, Urban areas, en: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects., Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom y New York, NY, EUA, pp. 573-574.

Reyes, I., & Gutiérrez, J. J. (2010). LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE LA ARBORIZACIÓN URBANA: RETOS Y APORTES PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA CIUDAD DE TOLUCA. *Quivera*, 12, 96–102. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/401/40113202009.pdf>

RIMAY. (2004). Flora del Barranco de Cuenca. Corredor urbano del río Tomebamba.

Rodríguez, M., & Mance, H. (2009). *Cambio climático : lo que está en juego* (Primera). Retrieved from <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/07216.pdf>

Sánchez, A., & Álvarez, C. (2018). ASÍ NOS AFECTA EL CAMBIO CLIMÁTICO. Retrieved from <http://www.fundacionalternativas.org/las-publicaciones/informes/informe-sobre-sostenibilidad-en-espana-2018-como-anticiparse-a-la-crisis-del-cambio-climatico>

Sarmiento J. L. y N. Gruber. 2002. Sinks for anthropogenic carbon. *Physics Today*. 55(8): 30-36

Schulze E. D.; Wirth Ch. and M. Heimann. 2000. *Managing forest after Kyoto*.

Snowdon P.; Raison J.; Keith H.; Montagu K.; Bi K.; Ritson P.; Grierson P.; Adams M.; Burrows W. and D. Eamus. 2001. Protocol for sampling tree and stand biomass. National carbon accounting system technical report No. 31 Draft-March 2001. Australian Greenhouse Office. 114 p.

Torre, D. (2013). *Flora del Parque El Paraíso (Cuenca)*.

UAH, U.d (2014). Los árboles viejos y grandes crecen más rápido y almacenan más carbono. *SINC-La Ciencia es Noticia*, 13-14c.

Vera, D. (2016). Cuenca aún tiene un déficit de áreas recreativas. Retrieved June 6, 2017, from <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/septimo-dia/51/cuenca-aun-tiene-un-deficit-de-areas-recreativas>.

Victor Kimpouni, Jean De Dieu Nzila, Hervé Fortuné Kaya. Urban Forestry and Ecosystem Services in the City of Dolisie (Congo). *American Journal of Agriculture and Forestry*. Vol. 7, No. 2, 2019, pp. 53-65. doi: 10.11648/j.ajaf.20190702.13

Vidal, N. D., Salazar, P., & Vimos, N. (2015). *Ficha Técnica Cuenca - Plan Maestro del Cinturón Verde . Fase 1 : Sistema de Megaparques y Diseño de un Megaparque Estudio preliminar y diagnóstico*.

Wang Weng y Diane Pataki, 2010, “Spatial patterns of plant isotope tracers in the Los Angeles urban region”, *Landscape Ecology*, Springer, vol. 25, Agosto, pp.35-52.

Yang, Jun, Joe McBride, Jinxing Zhou, y Zhenyuan Sun, 2005, “The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction”, *Urban Forestry and Urban Greening*, Elsevier, vol. 3, núm.2, Enero, pp. 65–78.

Zhao, M., Z. Kong, F.J. Escobedo, and J. Gao. 2010. Impacts of urban forests on offsetting carbon emissions from industrial energy use in Hangzhou, China. *Journal of Environmental Management* 91: 807–813.

## ANEXOS:

- **Parque “El Paraíso 2017”**

**Tabla9.** Especies con su respectivo número de individuos junto al carbono y la biomasa almacenada, datos en crudo del año 2017 parque “El Paraíso”.

Espece	Individuos	Carbono Almacenado (t)	Biomasa (kg)
<i>Salix humboldtiana</i> Willd,	326	38,46271837	76,92543673
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D Don,	94	0,43302091	0,866041819
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent,	75	0,254604287	0,509208573
<i>Tecoma stans</i> (L,) Juss, ex Kunth	70	0,506084321	1,012168642
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	70	0,846822261	1,693644523
<i>Citharexylum ilicifolium</i> Kunth	52	0,90535084	1,81070168
<i>Acacia dealbata</i> Link	50	3,718338737	7,436677474
<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth	42	0,602316878	1,204633756
<i>Fraxinus excelsior</i> L,	39	1,301201382	2,602402764
<i>Prunus serotina</i> Ehrh,	36	0,539301464	1,078602928
<i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn,	35	0,219663661	0,439327321
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	32	0,294764963	0,589529926

<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb,) Lindl,	26	0,176024617	0,352049234
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	26	0,736548492	1,473096983
<i>Acacia melanoxylon</i> R, Br,	24	1,567459485	3,13491897
<i>Callistemon lanceolatus</i> (Sm,) Sweet	24	0,028994543	0,057989087
<i>Populus alba</i> L,	22	0,782425661	1,564851322
<i>Juglans neotropica</i> Diels	18	0,542139845	1,08427969
<i>Acacia baileyana</i> F, Muell,	17	0,150439202	0,300878404
<i>Myrcianthes hallii</i> (O, Berg) McVaug	17	0,105724238	0,211448476
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz,	14	0,067562414	0,135124828
<i>Schinus molle</i> L,	13	0,128622613	0,257245226
<i>Delostoma integrifolium</i> D, Don	10	0,193689398	0,387378796
<i>Acca sellowiana</i> (O, Berg) Burret	9	0,080796536	0,161593071
<i>Sambucus mexicana</i> C, Presl ex DC,	9	0,076084755	0,15216951
<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	9	0,035191087	0,070382175
<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq,) H,S, Irwin & Barneby	8	0,068117385	0,136234771
<i>Grevillea robusta</i> A, Cunn, ex R, Br,	8	0,339566566	0,679133133
<i>Podocarpus sprucei</i> Parl,	8	0,019882656	0,039765312
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	7	0,025385254	0,050770508
<i>Inga feuillei</i> DC,	7	0,026756601	0,053513203
<i>Callistemon ptyoides</i> F, Muell	5	0,070537523	0,141075045
<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	5	0,026043359	0,052086719
<i>Tipuana tipu</i> (Benth,) Kuntze	4	0,352232417	0,704464834
<i>Abutilon striatum</i> Dicks, ex Lindl,	3	0,068346024	0,136692049
<i>Monactis holwayae</i> (S,F, Blake) H, Rob,	3	0,021548406	0,043096811
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav,	3	0,075353971	0,150707942
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	2	0,041095325	0,082190649
<i>Casuarina equisetifolia</i> L,	2	0,017382381	0,034764763
<i>Citrus medica</i> L,	1	0,0076667	0,0153334
<i>Populus balsamifera</i> L,	1	0,003134993	0,006269986
<i>Persea americana</i> Mill,	1	0,002722194	0,005444389
<i>Prunus persica</i> (L,) Batsch	1	0,003537128	0,007074255

<i>Carica pubescens</i> Lenné & K, Koch	1	0,004488309	0,008976619
<i>Malus communis</i> Desf,	1	0,000687099	0,001374198
<i>Oreopanax ecuadorensis</i> Seem,	1	0,002600034	0,005200068
<i>Rhamnus granulosa</i> ( Ruiz& Pav,) Weberb, ex M,C, Johnst,	1	0,002719693	0,005439386
<i>Acacia retinodes</i> Schltdl,	1	0,09902541	0,198050819
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw,	1	0,018650695	0,03730139
<i>Cinnamomum camphora</i> (L,) J, Presl	1	0,003266633	0,006533266
<i>Araucaria excelsa</i> (Lamb,) R, Br,	1	0,006429163	0,012858326
<i>Lochroma fuchsoides</i> (Bonpl,) Miers	1	0,000494944	0,000989889
<b>Total general</b>	<b>1237</b>	<b>54,06356182</b>	<b>108,1271236</b>

Fuente. Jimenez, Peralta.

- Parque “El Paraíso 2019”

**Tabla10.** Especies con su respectivo número de individuos junto al carbono y la biomasa almacenada, datos en crudo del año 2019 parque “El Paraíso”.

Especie	Individuos	Carbono Almacenado (t)	Biomasa (kg)
<i>Salix humboldtiana</i> Willd,	261	42,34384886	84,68769771
<i>Acacia dealbata</i> Link	45	3,864927829	7,729855658
<i>Citharexylum ilicifolium</i> Kunth	34	0,608788269	1,217576539
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D Don,	32	0,687955928	1,375911857
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	31	1,034508695	2,069017389
<i>Prunus serotina</i> Ehrh,	29	0,618808563	1,237617125
<i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn,	26	0,25580547	0,51161094
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb,) Lindl,	25	0,182832978	0,365665957
<i>Tecoma stans</i> (L,) Juss, ex Kunth	24	0,354204234	0,708408467
<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth	23	0,399830189	0,799660378
<i>Fraxinus excelsior</i> L,	23	1,282938491	2,565876982
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	22	0,177731667	0,355463333

<i>Callistemon lanceolatus</i> (Sm,) Sweet	22	0,029666684	0,059333368
<i>Acacia melanoxyton</i> R, Br,	21	1,702131105	3,404262209
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent,	21	0,069136394	0,138272788
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	20	0,734377755	1,46875551
<i>Juglans neotropica</i> Diels	18	0,662858205	1,32571641
<i>Populus alba</i> L,	16	0,636013949	1,272027898
<i>Acacia baileyana</i> F, Muell,	14	0,163493147	0,326986295
<i>Myrcianthes hallii</i> (O, Berg) McVaug	13	0,10320652	0,20641304
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz,	11	0,050644246	0,101288492
<i>Delostoma integrifolium</i> D, Don	9	0,159797733	0,319595465
<i>Acca sellowiana</i> (O,Berg) Burret	7	0,05515548	0,110310959
<i>Eucalyptus globulus</i>	7	3,366297564	6,732595128
<i>Schinus molle</i> L,	7	0,149603238	0,299206476
<i>Sambucus mexicana</i> C, Presl ex DC,	6	0,070932972	0,141865943
<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	6	0,043487911	0,086975823
<i>Grevillea robusta</i> A, Cunn, ex R, Br,	6	0,251691066	0,503382132
<i>Abutilon striatum</i> Dicks, ex Lindl,	5	0,083613898	0,167227795
<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq,) H,S,Irwin & Barneby	5	0,051388941	0,102777882
<i>Inga feuillei</i> DC,	5	0,078834359	0,157668718
<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	4	0,010671145	0,02134229
<i>Podocarpus sprucei</i> Parl,	4	0,029302971	0,058605943
<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	4	0,025235041	0,050470081
<i>Callistemon pityoides</i> F, Muell	4	0,085308029	0,170616057
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav,	2	0,017070422	0,034140844
<i>Casuarina equisetifolia</i> L,	2	0,058581194	0,117162388
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	1	0,045784727	0,091569454
<i>Araucaria excelsa</i> (Lamb,) R, Br,	1	0,05105492	0,102109839
<i>Persea americana</i> Mill,	1	0,019217028	0,038434056
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw,	1	0,032354455	0,06470891
<b>Total general</b>	<b>818</b>	<b>60,64909226</b>	<b>121,2981845</b>

**Fuente.** Jimenez, Peralta.

- Parque “De la Madre 2017”

**Tabla11.** Especies con su respectivo número de individuos junto al carbono y la biomasa almacenada, datos en crudo del año 2017 parque “De la Madre”.

Espece	Individuos	Carbono Almacenado (t)	Biomasa (kg)
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D, Don	32	0,856192155	1,71238431
<i>Tecoma stans</i> (L,) Juss, ex kunth	28	0,463464039	0,926928079
<i>Fraxinus excelsior</i> L,	24	3,139905758	6,279811516
<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth	21	0,376228923	0,752457846
<i>Pinus radiata</i> D, Don	12	1,348908995	2,69781799
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz,	10	0,283176006	0,566352012
<i>Sambucus mexicana</i> C, Presl ex Dc,	8	0,16417481	0,328349619
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L,	8	0,153547932	0,307095865
<i>Acacia dealbata</i> Link	8	0,623101289	1,246202579
<i>Schinus molle</i> L,	7	0,2104618	0,420923599
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb,) Lindl,	6	0,125742622	0,251485244
<i>Populus balsamifera</i> L,	5	0,351703627	0,703407255
<i>Myrcianthes hallii</i> (O, Berg) McVaug	5	0,156717252	0,313434504
<i>Callistemon lanceolatus</i> (Sm,) Sweet	5	0,004775541	0,009551082
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent,	4	0,019186009	0,038372019
<i>Platanus occidentalis</i> L,	4	0,174011057	0,348022114
<i>Tipuana tipu</i> (Benth,) Kuntze	4	1,007007882	2,014015764
<i>Acacia melanoxydon</i> R, Br,	4	0,179805913	0,359611825
<i>Ficus benjamina</i> L,	3	0,346647576	0,693295153
<i>Grevillea robusta</i> A, Cunn, ex r, Br,	3	0,268727868	0,537455737
<i>Callistemon ptyoides</i> F, Muell,	3	0,070943619	0,141887238
<i>Prunus serotina</i> Ehrh,	3	0,081055917	0,162111835
<i>Morus alba</i> L,	3	0,030197004	0,060394007
<i>Phoenix canariensis</i> Wildpret	2	0,289422118	0,578844236
<i>Acacia macracantha</i> Humb, & Bonpl, ex Willd	1	0,051432978	0,102865956

<i>Delostoma integrifolium</i> D, Don	1	0,007357604	0,014715209
<i>Magnolia grandiflora</i> L	1	0,007128654	0,014257307
<i>Cinnamomum camphora</i> (L,) J, Presl	1	0,187237747	0,374475495
<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	1	0,02312732	0,046254639
<i>Inga feuillei</i> DC,	1	0,002614855	0,005229711
<i>Phyllanthus salviifolius</i> kunth	1	0,026688614	0,053377229
<i>Juglans neotropica</i> Diels	1	0,158679514	0,317359028
<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw,	1	0,160156354	0,320312707
<i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn,	1	0,015489822	0,030979644
<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	1	0,061751381	0,123502761
<i>Malpighia emarginata</i> DC,	1	0,018238055	0,036476111
<i>Casuarina equisetifolia</i> L,	1	0,06219392	0,12438784
<i>Cotoneaster acuminatus</i> Lindl,	1	0,006321211	0,012642422
<i>Podocarpus sprucei</i> Parl,	1	0,002058103	0,004116206
<b>Total general</b>	<b>227</b>	<b>11,51558185</b>	<b>23,03116369</b>

**Fuente.** Jimenez, Peralta.

- **Parque “De la Madre 2019”**

**Tabla12.** Especies con su respectivo número de individuos junto al carbono y la biomasa almacenada, datos en crudo del año 2019 parque “De la Madre”.

<b>Especie</b>	<b>Individuos</b>	<b>Carbono Almacenado (t)</b>	<b>Biomasa (kg)</b>
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D, Don	32	0,821403307	1,642806614
<i>Tecoma stans</i> (L,) Juss, ex Kunth	26	0,477794199	0,955588399
<i>Fraxinus excelsior</i> L,	24	2,807138047	5,614276093
<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth	21	0,390261389	0,780522779
<i>Pinus radiata</i> D, Don	10	1,113892551	2,227785102
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L,	8	0,153195259	0,306390517
<i>Schinus molle</i> L,	7	0,169220586	0,338441172
<i>Sambucus mexicana</i> C, Presl ex DC,	7	0,140778748	0,281557495
<i>Myrcianthes hallii</i> (O, Berg) McVaug	6	0,160677251	0,321354502

<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb,) Lindl,	6	0,119094009	0,238188017
<i>Acacia dealbata</i> Link	6	0,527986131	1,055972261
<i>Populus balsamifera</i> L,	4	0,2997995	0,599599
<i>Callistemon lanceolatus</i> (Sm,) Sweet	4	0,004293519	0,008587038
<i>Acacia melanoxylon</i> R, Br,	4	0,185960274	0,371920549
<i>Grevillea robusta</i> A, cunn, ex R, Br,	3	0,270471021	0,540942043
<i>Prunus serotina</i> Ehrh,	3	0,075424682	0,150849365
<i>Ficus benjamina</i> L,	3	0,277205002	0,554410004
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent,	3	0,013690049	0,027380098
<i>Tipuana tipu</i> (Benth,) Kuntze	2	0,572651891	1,145303782
<i>Phoenix canariensis</i> Wildpret	2	0,291920436	0,583840872
<i>Platanus occidentalis</i> L,	2	0,048577143	0,097154286
<i>Morus alba</i> L,	2	0,012861266	0,025722532
<b>Total general</b>	<b>185</b>	<b>8,934296261</b>	<b>17,86859252</b>

**Fuente.** Jimenez, Peralta.



**Imagen 8.** Árbol Talado Parque “El Paraíso” en el año 2019

**Fuente:** Peralta\_María Paz



**Imagen 9.** Árbol Talado Parque “De la Madre” en el año 2019.

**Fuente:** Peralta\_María Paz



**Imagen 10.** Toma de datos en el Campo –  
Parque “De la Madre”  
**Fuente:** Autoras



**Imagen 11.** Toma de datos en el Campo –  
Parque “De la Madre”  
**Fuente:** Autoras



**Imagen 12.** Toma de datos en el Campo –  
Parque “El Paraíso”  
**Fuente:** Autoras