



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE GUANTÁNAMO
FACULTAD AGROFORESTAL**

Memoria escrita en opción al Título Académico de Máster en Ciencias Forestales

Mención: Manejo de bosques

**ACCIONES DE RECUPERACIÓN DEL ARBOLADO URBANO EN EL CENTRO DE
LA CIUDAD DE GUANTÁNAMO**

Autor: Ing. Ernesto Henry Ferrer

Guantánamo, 2021

“Año 63 de la Revolución”



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE GUANTÁNAMO
FACULTAD AGROFORESTAL**

Memoria escrita en opción al Título Académico de Máster en Ciencias Forestales

Mención: Manejo de bosques

**ACCIONES DE RECUPERACIÓN DEL ARBOLADO URBANO EN EL CENTRO DE
LA CIUDAD DE GUANTÁNAMO**

Autor: Ing. Ernesto Henry Ferrer

Tutor: Dr. C. Yuris Rodríguez Matos

Guantánamo, 2021

“Año 63 de la Revolución”



Pensamiento

PENSAMIENTO

*“Si los jóvenes fallaran, todo fallará. Es mi más profunda convicción que la juventud cubana luchará por impedirlo.
Creó en ustedes”*



Agradecimiento

AGRADECIMIENTOS

Fueron muchas las personas que me ayudaron para alcanzar esta meta, quiero agradecer en especial a:

- *A mi madre, mi padre y mi hermana a mi esposa e hijo por estar siempre conmigo en los momentos más difíciles, por ser los mayores animadores de mi vida como estudiante y persona.*
- *A mi tutor: Dr. C. Yuris Rodríguez Matos por su tiempo, apoyo y dedicación en la realización de esta investigación.*
- *A mis compañeros de estudio que me apoyaron con su amistad en todo momento.*
- *Al claustro de profesores que impartieron esta maestría, los cuales supieron inculcarme los conocimientos para mi preparación como Master en Ciencias forestales.*
- *A todos aquellos que de una forma u otra me han ayudado y estimulado durante toda mi etapa de formación como Ingeniero, sin ellos no hubiese llegado hasta el final.*

A todos muchas gracias.....

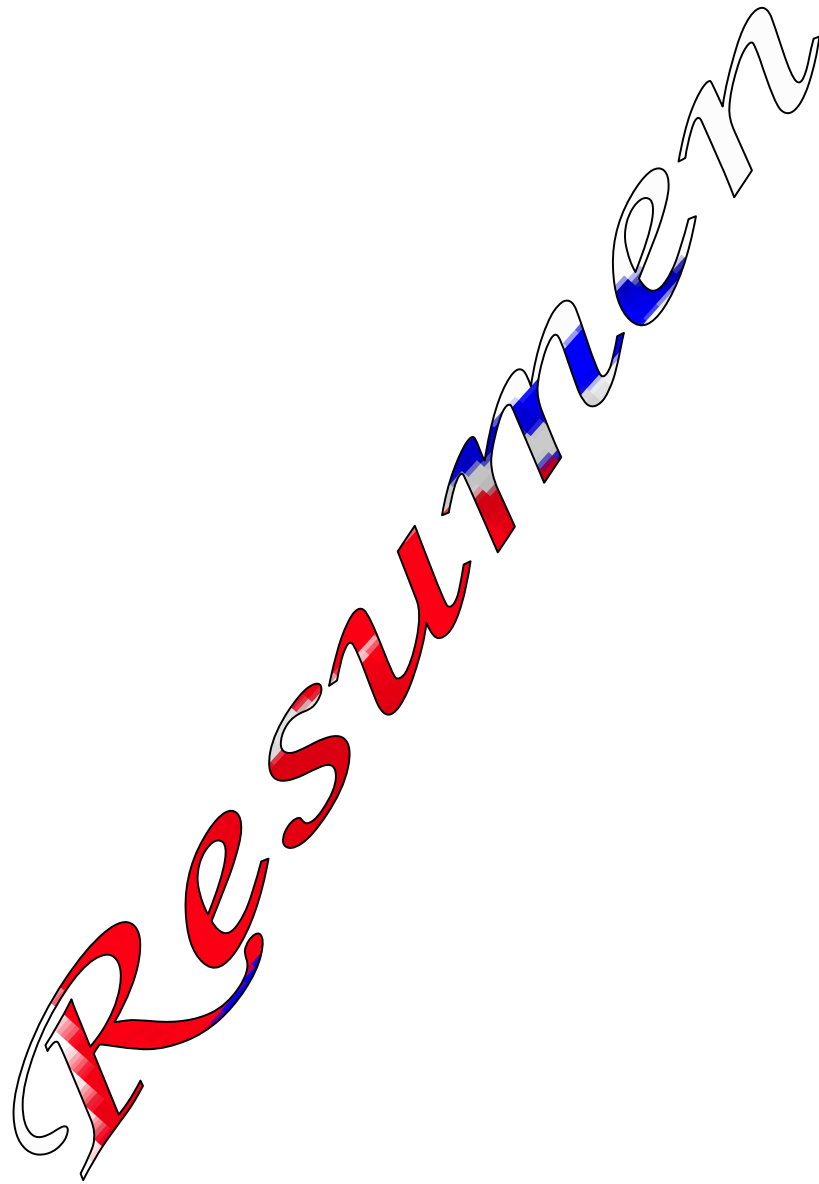
Dedicatōria

DEDICATORIA

- *A la Revolución y nuestro líder eterno Fidel Castro Ruz.*
- *A mis padres Ernesto Henry Reid, Caridad Ferrer Gainza y a mi hermana Lisbet Henry Ferrer, a mi esposa y a mi hijo, por el apoyo que me brindaron desde que comencé mi vida como estudiante en la escuela primaria hasta la actualidad.*
- *A toda mi familia por su amor y comprensión y el apoyo en los momentos más difíciles de mi vida.*
- *También dedico este trabajo a mi tutor Yuris Rodríguez Matos por la ayuda que me brindó y aquellas personas que de una manera u otra han aportado su granito de arena...*
- *A todos los quiero mucho*

Que Dios los bendiga a todos.

Muchas Gracias

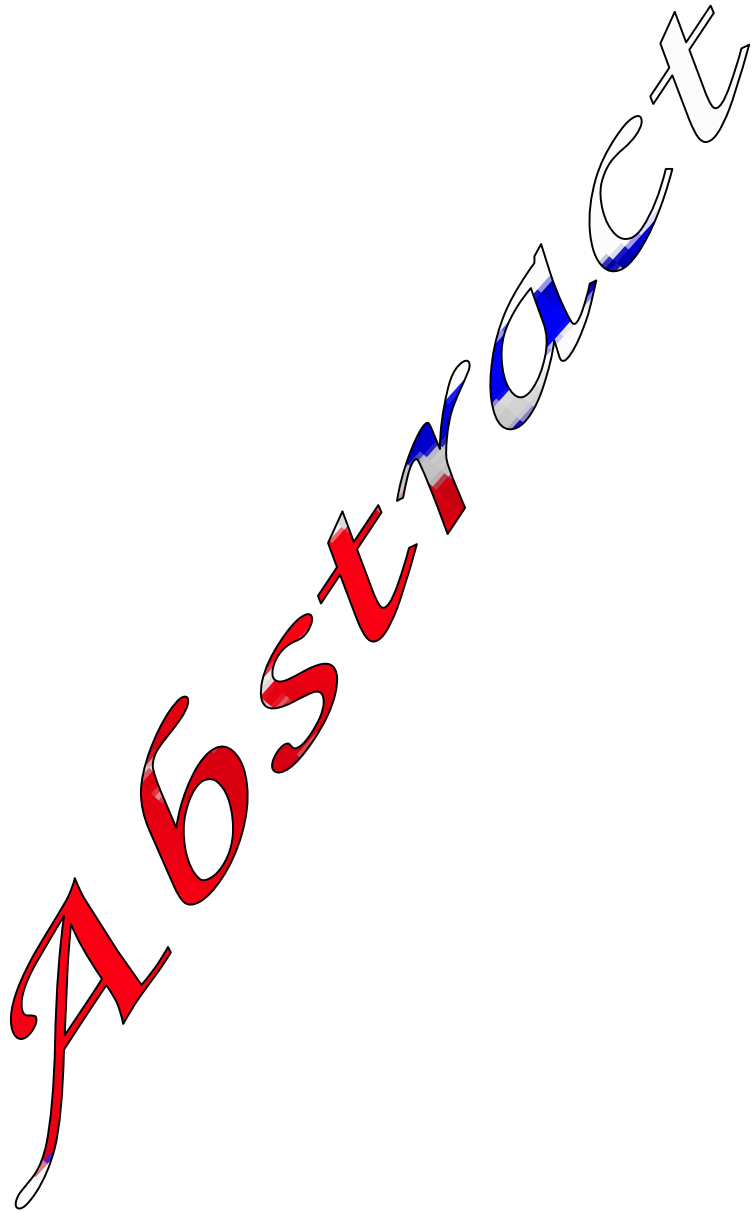


Resümee

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el centro de la ciudad de Guantánamo, desde Paseo hasta la Avenida y de Ahogado hasta Cuartel, perteneciente a la Empresa Provincial de Comunes, en el período de noviembre de 2020 a marzo de 2021, con el objetivo de proponer acciones de recuperación del arbolado urbano, donde se identificaron los principales problemas sociales a partir de un cuestionario, se caracterizó el arbolado mediante un muestreo aleatorio simple, utilizando transeptos variables, evaluándose el diámetro, altura de las plantas, área basal y volumen de cada especie en los diferentes estratos: arbustivo (1 a 4,99 m) y arbóreo (mayor de 5 m) y la estructura horizontal: abundancia relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa y el índice de valor importancia ecológica (IVIE), además se determinó el comportamiento económico y se definieron las acciones a corto, mediano y largo plazo. Los resultados indicaron que los principales problemas sociales son el conocimiento de sus funciones, el estado de los árboles, las medidas de reforestación, la poda, las características y el conocimiento de la silvicultura urbana, las familias de mayor riqueza de especies fueron: Apocynaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae y las especies de mejor comportamiento ecológico son: *Aleuritismoluccana*, *Thevetia peruviana*, mientras el comportamiento económico está influenciado por el mal manejo que se le realiza, el conocimiento de sus funciones y las características de cada especie y se definieron acciones a corto y un plan operativo a cumplir a corto, mediano y largo plazo con la dirección de la Empresa Comunes.

Palabras clave: acciones, arbolado urbano, comportamiento económico y problemas sociales



Abstract

ABSTRACT

The investigation was developed in the center of the city of Guantánamo, from Paseo to Avenida and from Ahogado to Cuartel, belonging to the Provincial Community of Communities, in the period from November 2020 to March 2021, with the aim of proposing actions of recovery of urbanism. trees, where the main social problems were identified from a questionnaire, the trees were characterized by simple random sampling, through variable transects, evaluating the diameter, height of the plants, basal area and volume of each species in the different strata: shrub (1 to 4.99 m) and arboreal (greater than 5 m) and the horizontal structure: relative abundance, relative dominance, relative frequency and the index of value of ecological importance (IVIE), in addition, the economic behavior and short , medium and long term actions were defined. The results indicated that the main social problems are the knowledge of their functions, the state of the trees, the reforestation measures, the pruning, the characteristics and the knowledge of urban forestry, the families with the highest species richness were: Apocynaceae, Rubiaceae, The Euphorbiaceae and the species with the best ecological behavior are: *Aleuritis moluccana*, *Thevetia peruviana*, while economic behavior is influenced by the mismanagement that is carried out, the knowledge of their functions and the characteristics of each species and were defined eight shares and one operative. Plan to be fulfilled in the short, medium and long term with the direction of the Communal Company.

Keywords: actions, urban trees, economic behavior and social problems.

innoc@

ÍNDICE

Nº	CONTENIDO	Pág.
I	INTRODUCCIÓN	1
II	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	Definiciones y principios generales de la silvicultura	5
2.2	Bosques y árboles en los entornos urbanos	6
2.3	Silvicultura urbana	8
2.4	Función del arbolado	10
2.5	Características de los arboles en la ciudad	12
2.6	Principios a tener en cuenta en las especies para la plantación de arboles en las ciudades	15
2.7	Algunas consideraciones para el arbolado urbano	19
2.8	Tipos de muestreo de vegetación	19
2.9	Biodiversidad	21
III	MATERIALES Y MÉTODO	26
3.1	Ubicación del área de investigación	26
3.2	Característica del area de investigación	26
3.3	Características edafoclimáticas	27
3.4	Metodología empleada	28
3.4.1	Identificación de los principales problemas sociales que afectan el arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo	28
3.4.2	Caracterización del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo	29
3.4.3	Determinación del comportamiento económico del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo	32
3.4.4	Definición de acciones de recuperación del arbolado urbano en el	33

centro de la ciudad de Guantánamo

IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1	Principales problemas sociales que afectan el arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo	35
4.2	Caracterización del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo	38
4.3	Determinación del comportamiento económico del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo	54
4.4	Propuesta de recuperación del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo	57
V	CONCLUSIONES	61
VI	RECOMENDACIONES	62
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

Introducción

I. INTRODUCCIÓN

Los principales problemas de los ecosistemas forestales a nivel mundial, están dados a partir de su deforestación, que contribuyen a perturbar el equilibrio de la naturaleza, el aumento del riesgo y la exposición de las personas a las enfermedades zoonóticas (FAO, 2020).

Las áreas verdes urbanas, particularmente el arbolado viario, presentan en la actualidad problemas de muy diversa índole, heredados y recientes que restringen sus posibilidades en beneficio de la población y que ocasionan cuantiosos daños materiales que se agravan por la inapropiada selección de las especies y la ineficiencia, e inexistencia, de las acciones de manejo y gestión (Castillo y Ferro, 2015).

De acuerdo con el Estudio Nacional de la Diversidad Biológica de la República de Cuba (Izquierdo y Cáceres, 2019) dejan claro que las áreas verdes urbanas han resultado seriamente deterioradas en su dimensión y composición vegetal en las últimas tres décadas y mientras se han construido grandes parques periurbanos, resulta notable la sustitución de otros muchos espacios verdes urbanos por actividades agrícolas espontáneas, construcciones, la pérdida de arbolado y arbustivas.

Los árboles representaban un elemento secundario en el paisaje urbano, especialmente en el centro de las ciudades; sin embargo, a partir de la década de los noventa, la tendencia mundial reconoce a la silvicultura urbana como una actividad capaz de proporcionar diversos bienes y servicios a la población (AiuBapu, 2020).

La silvicultura urbana, tiene como finalidad el cultivo y ordenación de árboles con miras de aprovechar la contribución actual y potencial que éstos puedan aportar al bienestar de la población urbana, desde el punto de vista fisiológico, sociológico y económico. Esta actividad representa una fusión entre la arboricultura, la horticultura ornamental, la arquitectura del paisaje y la ordenación forestal (Henry, 2015).

Es importante reconocer que el arbolado urbano es un instrumento de conservación que sirve de laboratorio para informar, entretener, estimular el descubrimiento de los valores naturales de la zona para conseguir su protección. Además, una masa forestal y/o un espacio protegido se delimitan para evitar el uso abusivo, perjudicial del territorio, el deterioro, la destrucción de los recursos naturales, con el fin de que sus habitantes y las generaciones venideras puedan usarlo de forma sostenible (Julia y Elba, 2017).

La siembra de especies arbóreas sin criterios que permitan armonizarlos requerimientos propios del hábitat urbano con los de las plantas constituye una limitación en el enfoque de los planes de arborización y/o reforestación urbana cubana actual. La manera en que hoy se gestionan y manejan los árboles urbanos, así como muchas de las soluciones de diseño adoptadas para las vías, inciden de forma directa en detrimento de la calidad de las mismas. Las urbanizaciones cubanas que desde su concepción y planeamiento fueron concebidas con árboles en sus vías, presentan hoy en día alineaciones arbóreas carentes de diseño, orden y confort, que contribuyen al deterioro progresivo de su imagen y restringen sus potencialidades de uso por parte de la población (Castillo y Ferro, 2015).

El árbol urbano cumple múltiples funciones: estéticas, ambientales, ecológicas, sociales, históricas, simbólicas, culturales y recreativas además deben ser algo más que el puro adorno; asimismo, aplica el término de arbolado urbano como una expresión que recoge de manera amplia y definida no solo la exigencia estética, sino también la reguladora de muchos de los factores que conforman el ecosistema urbano, como son: regulación ambiental, atenuación de ruidos, demarcación de límites y zonas, suministro de aislamiento o creación de barreras visuales, aporte de humedad y sombra, protección contra el viento y el ruido, embellecimiento, provisión de sombra en espacios de recreo o esparcimiento, tales como parques y plazas; influencia psicológica y otros factores que tienen y deben ser estudiados (Machado *et al.*, 2016).

Los árboles dan sombra y disminuyen la velocidad del viento, por lo que indirectamente se reducen las emisiones de carbono y las emisiones de las plantas de energía (FAO, 2018)

Sin embargo, a pesar de los múltiples beneficios que nos brindan los árboles es importante mencionar que la mala planificación y el inadecuado manejo silvicultural en zonas urbanas puede llegar a representar un riesgo para las personas y producir daños a infraestructura, debido a su condición natural de crecimiento, estado fitosanitario, factores antropogénicos (Vega, 2017).

La proyección y protección de los árboles como parte de las estrategias urbanísticas territoriales son vistas en Cuba, en el Programa Especial de Reforestación Mi Programa Verde de la capital, programa pionero donde todavía existen muchos caminos por

recorrer, ya que el árbol urbano necesita de mucha protección, cuidado y recursos financieros para lograr su objetivo (Jiménes *et al.*, 2015).

Cuba comienza a dar los primeros pasos en esta disciplina, y tiene como principal fortaleza la voluntad política para implementar un sistema sostenible, por lo que es uno de los aspectos importantes tratados en la Ley Forestal, su reglamento y contravenciones. Existe un reglamento para la poda y la tala del arbolado urbano, regulaciones urbanísticas y ambientales que protegen al árbol en el entorno urbano; su proyección y protección forman parte de las estrategias urbanísticas territoriales. Sin embargo, todavía existen muchos caminos que recorrer, el árbol urbano necesita amor, protección y financiamiento (Henry, 2015).

Las áreas urbanas de la ciudad de Guantánamo no escapan a estas realidades antes mencionadas, las cuales encontramos en nuestro andar, donde las especies forestales muchas veces no reúnen las características necesarias para alcanzar la sostenibilidad en las diferentes zonas urbanas en la ciudad Guantanameras.

Los elementos expuestos aquí permitieron la formulación del siguiente diseño metodológico, el cual sustentó esta tesis:

Problema:

¿Cuáles son las acciones de recuperación del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo?

Objeto de estudio:

El arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo.

Objetivo general:

Proponer acciones de recuperación del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo.

Objetivos específicos:

1. Identificar los principales problemas sociales que afectan el arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo.
2. Caracterizar el arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo.

3. Determinar el comportamiento económico del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo.
4. Definir acciones de recuperación del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo.

Hipótesis:

Si se Identifican los principales problemas sociales, además se determina el comportamiento económico y se caracteriza el arbolado urbano, es posible a través de acciones su recuperación en el centro de la ciudad de Guantánamo.

Revisión Bibliográfica

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Definiciones y principios generales de la silvicultura urbana

Ferreira *et al.* (2013) dicen que la silvicultura urbana es una nueva área de estudios ambientales que busca comprender los sistemas naturales dentro de las áreas urbanas, como las interacciones de plantas, animales y seres humanos en estas áreas, donde los ecólogos urbanos de todo el mundo estudian árboles, ríos, vida silvestre y áreas abiertas que se encuentran en las ciudades para comprender hasta qué punto estos recursos se ven afectados por la contaminación, la urbanización y otras formas de presión y sus consecuencias para el futuro de la humanidad.

Hoy, más del 50% de la población mundial vive en ciudades. En esta ocasión, la sostenibilidad urbana es uno de los grandes desafíos de la sociedad actual y en consecuencia, de sus gobernantes (Niccoet *al.*, 2013).

Jacobi (2003), comparte la última idea cuando definió la ecología urbana como un campo de la ecología cuyo objeto de estudio son las relaciones entre los habitantes de un área urbana y sus interacciones con el medio ambiente. En otras palabras, estudia cómo interactúan las plantas, los animales y las personas en un entorno urbano determinado. Utiliza prácticas de campo y conceptos teóricos de la Ecología tradicional, pero con un fuerte diálogo con otras áreas como, por ejemplo, Urbanismo, Ingeniería, Arquitectura, Geografía, Antropología, Sociología entre otras.

Como la silvicultura urbana y periurbana es una nueva área de estudios ambientales, que busca comprender los sistemas naturales y el estudio de árboles, ríos, vida silvestre y áreas libres que se encuentran en las ciudades debe ser realizado por ecólogos urbanos, para poder comprender la medida en que estos recursos se ven afectados por la contaminación, la urbanización y otras formas de presión (Monteiro *et al.*, 2013). Es un área muy importante, ya que sus estudios y aplicaciones colaboran con la mejora de las condiciones de vida en los centros urbanos, ya que busca formas de posibilitar el desarrollo sostenible (sostenibilidad) en las áreas urbanas; teniendo como principales objetivos:

- ❖ Analizar la estructura urbana.

- ❖ Estudiar los impactos de las actividades urbanas (contaminación, urbanización) sobre el medio ambiente (ríos, fuentes de agua, animales, plantas, etc.).
- ❖ Cuantificar el flujo de energía y materiales que el entorno urbano interactúa con el entorno.
- ❖ Definir criterios de búsqueda para la gestión urbana.
- ❖ Crear políticas orientadas a sensibilizar a las personas sobre el tema de la sostenibilidad en las ciudades.

2.2. Bosques y árboles en los entornos urbanos

Casaubon (2008) deja claro que la calidad de vida en una zona urbana depende, en gran medida, de la calidad y cantidad de espacios verdes existentes dentro de ella o en sus proximidades; en la actualidad priman los criterios de que los árboles, en estos espacios verdes, apuntan como aporte a los valores estéticos del entorno, pero cada vez más se reafirma, desde el punto de vista científico, su función protectora del medio ambiente urbano.

Castillo (2007) plantea que en las zonas urbanas se generan problemas ambientales que van desde los perjuicios para la salud humana hasta las pérdidas económicas y sociales. Los daños al ecosistema, la contaminación de las aguas, el aire y la acumulación de desechos, figuran entre los problemas básicos; es por esto que los árboles y las zonas arboladas de las ciudades, árboles de jardines y huertos, árboles de calles y parques, micro bosques y árboles aislados en terrenos baldíos, hacen que la silvicultura urbana, como ciencia, no sólo vea las ventajas de los árboles desde el punto de vista estético: hoy se da mayor atención a la utilidad para el medio ambiente y a los beneficios económicos cuantificables de los árboles y espacios verdes.

Vilela (2004) explica que la silvicultura urbana es una disciplina en formación: es una especialidad que tiene como finalidad el cultivo y la ordenación de árboles con miras de aprovechar la contribución actual y potencial que estos puedan aportar al bienestar de la población urbana, tanto desde el punto de vista fisiológico, como sociológico y económico. Esta actividad representa una fusión entre la arboricultura, la horticultura ornamental, la arquitectura del paisaje y la ordenación forestal, entre otras.

Un eslabón importante en los programas de Silvicultura Urbana es el tema de los árboles fuera del bosque: árboles en tierras que no pertenecen a la categoría de Bosques (o tierras forestales) ni a otras tierras boscosas (Herrero *et al.*, 2006).

Pueden encontrarse en tierras agrícolas (praderas y pastizales), en tierras construidas (establecimientos humanos e infraestructuras) y en tierras desnudas (dunas de arena y afloramientos rocosos). Comprenden igualmente los árboles en tierras que tienen las características de bosques y otras tierras boscosas, pero cuya superficie es inferior a 0,5 ha. Miles de árboles y arbustos adornan las calles y avenidas, y aportan beneficios que a veces se pierden de vista (Casaubon, 2008).

Sánchez (2003) deja claro que a nadie se le escapa que los árboles brindan sombra y oxígeno a la atmósfera urbana y además:

- Mejoran la calidad del aire: absorben gases tóxicos.
- Reducen los niveles de dióxido de carbono a través de la fotosíntesis; al reducir el calor en las áreas urbanas, se utilizan menos combustibles fósiles.
- Mejoran el clima.
- Reducen del ruido: las barreras de árboles desvían el sonido; si este pasa a través de la vegetación será refractado, y en consecuencia disipado.
- Mejoran el hábitat de la fauna silvestre y la biodiversidad.
- Suministran múltiples beneficios directos e indirectos: en la salud mental, y en el efecto sobre la reducción del estrés, al contribuir a un ambiente estéticamente placentero y relajante.
- Constituyen fuente de recreación, empleo, estética y educación.

Jiménez (2009) plantea que el país comienza a dar los primeros pasos en esta disciplina, y tiene como principal fortaleza la voluntad política para implementar un sistema sostenible, por lo que es uno de los aspectos importantes tratados en la Ley Forestal, su reglamento y contravenciones. Existe un reglamento para la poda y la tala del arbolado urbano, regulaciones urbanísticas y ambientales que protegen al árbol en el entorno urbano; su proyección y protección forman parte de las estrategias urbanísticas territoriales, donde el Programa Especial de Reforestación «Mi Programa Verde», de la capital del país, ha sido pionero en esta tendencia.

2.3. Silvicultura urbana

La silvicultura urbana ha existido desde que el hombre ha plantado árboles en las ciudades y comunidades donde vive. La silvicultura urbana se puede definir como el ordenamiento de los árboles para que contribuyan al bienestar fisiológico, sociológico y económico de la sociedad urbana. Esta disciplina abarca tierras boscosas, árboles en grupos y árboles individuales, en lugares habitados, y es multifacético, puesto que las zonas urbanas comprenden gran variedad de hábitat (calles, parques, rincones abandonados, etc.) donde los árboles brindan un amplio abanico de beneficios, pero también presentan problemas (Sánchez, 2003 y Fernández y Macías, 2008).

El manejo, cuidado y mantenimiento del bosque urbano hacen parte de una rama de la silvicultura, denominada silvicultura urbana. Esta tiene por finalidad el cultivo y la ordenación de árboles para aprovechar la contribución actual y potencial que estos pueden adoptar al bienestar de la población urbana, tanto desde el punto de vista fisiológico como sociológico y económico. En su sentido más amplio, el concepto de silvicultura urbana se refiere a un sistema múltiple de ordenación que incluye las cuencas hidrográficas municipales, los hábitats de las especies animales silvestres, las oportunidades de esparcimiento al aire libre, el diseño del paisaje, la recuperación de desechos en el ámbito municipal, el cuidado de los árboles en general y la producción de fibra de madera como materia prima (Sosa *et al.*, 2011).

El concepto de *silvicultura urbana* se refiere literalmente a la plantación de árboles en un área urbana. Existe una gran controversia en cuanto a conceptos relacionados con la silvicultura urbana, ya que algunos son bastante completos, mientras que otros son muy restringidos. Por tanto, existe la necesidad de establecer un concepto que responda a las diferentes formas de tratamiento del paisaje en las ciudades (Niccoet *al.*, 2013).

Ferreira *et al.* (2013) buscando atender estas diferencias, definen la Arborización Urbana, en un sentido físico-territorial, como el conjunto de terrenos públicos y privados con cobertura arbórea en una ciudad.

Para Ahrens *et al.* (2012) la silvicultura urbana también se denomina Bosques Urbanos, e incluye los diversos espacios urbanos que se pueden trabajar con el elemento árbol, tales como: forestación de calles, plaza, parque, jardín, parche de calle central, avenidas y márgenes cuerpos de agua. Entre estos se encuentra la forestación de

calles, que incluye árboles de propiedad pública. Esta es la vegetación más cercana a la población urbana y la que más sufre por la falta de planificación por parte de los organismos públicos y la falta de conciencia ambiental de la población.

Según Santos *et al.* (2015) la silvicultura urbana es toda la cubierta vegetal de tamaño arbóreo existente en las ciudades. Esta vegetación ocupa básicamente tres espacios diferenciados: las áreas libres para uso público y potencialmente colectivo, las áreas privadas libres y el sistema vial de acompañamiento.

En cuanto a su valor, Ahrens *et al.* (2012) creen que la silvicultura juega varios roles importantes en las ciudades, relacionados con los aspectos ecológicos, estéticos y sociales. Los árboles proporcionan sombra, suavizan la temperatura y aumentan la humedad relativa del aire, mejoran la calidad del aire y alivian la contaminación acústica.

Monteiro *et al.* (2013) explican que la silvicultura es un componente de gran importancia urbana. Además de la función de paisaje, brinda otros beneficios a la población como: purificación del aire mediante la fijación de polvos y gases tóxicos y el reciclaje de gases mediante mecanismos fotosintéticos; mejora del microclima de la ciudad, reteniendo la humedad en el suelo y el aire y generando sombra, evitando que la luz solar impacte directamente a las personas; reducción de la velocidad del viento, influencia en el balance hídrico, favoreciendo la infiltración del agua en el suelo y provocando una evapotranspiración más lenta; refugio a la fauna, brindando una mayor variedad de especies, y lo que influye positivamente en el medio ambiente.

La silvicultura urbana cubre toda la vegetación arbórea y/o arbustiva existente en la ciudad. Las intervenciones como la siembra y el mantenimiento deben ser idealmente planificadas y/o asistidas por el gobierno, con objetivos definidos y con base técnica y científica (Perdomo y Díaz, 2015).

Borelli *et al.* (2018) agregan que la actividad de silvicultura reduce el impacto del agua de lluvia y su escorrentía superficial, aún ayudando a disminuir la temperatura al absorber los rayos del sol y refrescando el ambiente por la gran cantidad de agua transpirada por las hojas y finalmente además de mejorar la calidad del aire también preserva la vida silvestre.

Actualmente, la presencia de árboles en las ciudades se ha vuelto casi universal. Los árboles son importantes para la sostenibilidad humana, no solo en términos ambientales, económicos e industriales, sino también espiritual, histórica y estéticamente por los beneficios directos e indirectos que brindan (Salbitano *et al.*, 2017).

2.4. Función del arbolado urbano

Los árboles realizan simultáneamente varias funciones esenciales para la vida humana, en particular mejorando las condiciones urbanas (Borelli *et al.*, 2018). La sivicultura urbana brinda beneficios económicos, sociales, estéticos, ecológicos, físicos, psicológicos y políticos, ampliamente abordados por varios autores (Decurcio, 2013). (Vilela, 2004) aborda que el arbolado urbano bien gestionado puede mitigar el impacto ambiental del desarrollo urbanístico al moderar el microclima de las ciudades, mejorar la calidad del aire, controlar la escorrentía e inundaciones, reducir los niveles de ruidos, crear hábitats para la vida silvestre, reducir los niveles de estrés en las personas y contribuir al embellecimiento de las ciudades.

Por otra parte (Casaubon, 2008), plantea que los árboles en la ciudad cumplen funciones ambientales y sociales y su plantación se realiza siempre para aumentar el bienestar de sus habitantes; entre las más conocidas se señalan las siguientes funciones ambientales:

Funciones ambientales:

* Regulación hídrica: el árbol amortigua la caída de las gotas de lluvia, facilitando su deslizamiento agua a través de las hojas, ramas, tronco hasta llegar a las raíces. De este modo amortigua el impacto de las gotas de lluvia en el suelo evitando su compactación y erosión.

* Regulación térmica: el árbol da sombra en verano, y al refrescar el aire circundante, causa bienestar a personas, plantas y animales que se encuentre debajo de su copa. La ausencia de árboles aumenta la temperatura del ambiente.

* Regulación de la velocidad del viento: los árboles disminuyen la velocidad del viento mejorando el ambiente.

* Regulación de la contaminación del aire: el árbol filtra los vientos a través de su copa, atraviesa la copa del árbol, las hojas y las cortezas rugosas actúan como filtro de polvos, cenizas, humos, esporas de hongos, polen y demás impurezas.

* Capturan dióxido de carbono: las hojas de los árboles toman el dióxido de carbono del aire durante el día y devuelven al ambiente oxígeno puro, enriqueciendo el que respiramos.

* Reducen la contaminación por ruidos molestos: los árboles amortiguan el impacto de las ondas sonoras y reducen los ruidos en calles, rutas, parques y zonas industriales.

* Reducen la contaminación de las aguas: muchas especies tienen una función remediadora, consumen aguas contaminadas y disminuyen la concentración de metales pesados en las mismas.

* Aumentan la biodiversidad: junto a los árboles aumentan las poblaciones de plantas y animales. Muchas especies de árboles evolucionan junto a insectos y aves polinizadoras, dispersoras de frutos y semillas y microorganismos del suelo.

Funciones sociales:

* Mejoran la calidad de vida: los árboles alrededor nuestro nos hacen la vida más agradable. La mayoría de nosotros respondemos favorablemente a la presencia de árboles admirando su belleza. Junto a los árboles nos sentimos más serenos, sosegados, descansados, tranquilos. La fuerte relación entre personas y árboles se evidencia en la resistencia de una comunidad de vecinos a que se talen o poden indiscriminadamente los árboles de un pueblo o ciudad.

* Valorizan las propiedades residenciales: una casa con árboles y arbustos a su alrededor, siempre tendrá mayor valor inmobiliario que aquellas que no los tienen.

* Ahorran energía eléctrica: árboles y arbustos estratégicamente ubicados alrededor de una vivienda, sombrean paredes, patios, techos y ventanales disminuyendo la temperatura ambiental, y asimismo el consumo de electricidad por el uso de aire acondicionado, ventiladores, etc.

2.5. Características propias de los árboles en la ciudad

Los beneficios estéticos de los árboles urbanos se citan como los beneficios más obvios aportados al entorno urbano (Paeset *al.*, 2015). Sin embargo, estos beneficios son

difíciles de cuantificar y describir, ya que a menudo son sentimentales y subjetivos (SUFA, 2006).

La adición de color al paisaje es uno de los efectos estéticos más fáciles de observar en la forestación. Se expresa por flores, frutos, ramas, yemas, tronco y follaje (Perdomo y Diaz, 2015).

Los valores ecológicos, por otro lado, incluyen los beneficios de la mejora del microclima, la mitigación de la contaminación atmosférica y acústica, la protección del suelo y la fauna (IAP, 2009).

Los árboles en la tiene un efecto directo sobre la temperatura ambiente, ya sea produciendo sombra, estabilizando la temperatura y humedad del aire o por efectos sobre la velocidad del viento, alterando el microclima local (Salbitano *et al.*, 2017). La mejora del clima se debe a la sombra, que reduce la cantidad de energía radiante absorbida, almacenada e irradiada por las superficies de hormigón; la evapotranspiración, que convierte la energía radiante en energía latente, lo que reduce significativamente el calor que calienta el aire; y modificando el flujo de aire, lo que afecta el transporte y difusión de energía, vapor de agua y contaminantes (Santos *et al.*, 2015). Su importancia en la producción de sombras durante los períodos de fuerte luz solar se ve a continuación en la sombra de los árboles.

Los árboles mejoran la calidad del aire al absorber gases contaminantes (ozono, monóxido de carbono, dióxido de azufre y óxido de nitrógeno) y la retención de partículas (Salbitano *et al.*, 2017).

Plantados a lo largo de las calles, los árboles reducen el ruido, filtran las partículas que contaminan el aire, ralentizan el viento, dan sombra a los peatones y vehículos y refrescan el aire en las ciudades. Hacen que el medio ambiente sea saludable y suavizan el clima de la ciudad, proporcionando mejores condiciones de supervivencia para la avifauna urbana (Biondi, 2000).

La plantación de árboles se realiza de manera que pueda ayudar al medio ambiente en su conjunto y en el medio urbano, tiene la importante función de reducir el efecto invernadero, además de preservar y mejorar la calidad de los recursos hídricos. Hay que recordar otras funciones de los árboles, como la mejora del confort térmico de las casas; la producción de sombras en las aceras, con un mejor confort térmico para los

peatones; refugio y comida abundante para pájaros y otros animales; la diversidad biológica de especies arbóreas que se pueden preservar; la reducción de la contaminación del aire; el aumento de la infiltración de agua en el suelo; la mejora de la humedad del aire; además de la contribución a la mejora de las condiciones urbanas (Perugini, 2010).

También se debe considerar que el éxito de las actividades de silvicultura urbana es directamente proporcional al compromiso y participación de la población local, ya que debe conocer la problemática ambiental y la necesidad de tomar medidas efectivas para un futuro entorno muy cercano al deseado. Considerando, prácticas inapropiadas en relación con los árboles tales como: blanquear o pintar el tronco del árbol; colocar clavos y alambres; colgar pancartas, anuncios y otros objetos; plantar la plántula en tubos y grilletes; talando los árboles sin autorización de la Administración Local debe haber una mayor participación de la comunidad urbana en lo que respecta al cuidado de los árboles (Perugini, 2010).

Borelli *et al.* (2018) dejó su aporte al considerar la silvicultura urbana como áreas que, independientemente del tamaño de la vegetación, son predominantemente naturales y desocupadas. En este concepto, se consideran los efectos estéticos y funcionales que la composición del paisaje juega en el entorno urbano. Sin embargo, para que tales efectos y otros ya mencionados por otros autores sean evidentes, es necesario observar algunas reglas. Estas normas o principios basados en la elección de la especie a utilizar se pueden ver en los siguientes párrafos.

2.6. Principios a tener en cuenta en las especies para la plantación de arboles en las ciudades

Para SMAS (2013), los hoyos deben tener una dimensión capaz de contener el terrón de forma suelta, es decir, el bloque de suelo adherido a las raíces respectivas. El hoyo debe tener 60 cm de profundidad como recomendación, se supone que pueden tener un tamaño mínimo de 45 cm x 45 cm. El hoyo debe realizarse de tal manera que permita que la planta quede en el centro figura 1.

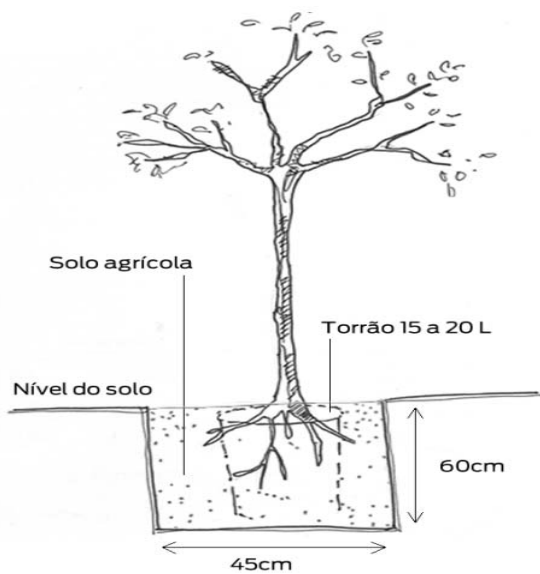


Figura 1. Plantación de árboles en la ciudad.

El mismo autor explica que todas las áreas circundantes deben estar limpias y libres de escombros. Después de plantar, nivele el suelo a la altura del cuello de la planta. La extracción de la planta del contenedor debe ser precedida solo en el momento de la siembra. Se recomienda sustituir el suelo original por otro, de constitución, porosidad, estructura y permeabilidades adecuadas para el correcto desarrollo de la planta.

Ahrens *et al.* (2012) hablando de criterios para la elección de especies para silvicultura urbana afirman que para la selección de árboles que componen la reforestación en las calles es necesario considerar una serie de características de la especie, entre ellas: desarrollo, tamaño, copa (forma, densidad). y hábito), floración, fructificación, raíces, resistencia a plagas, enfermedades y contaminación, ausencia de principios tóxicos; adaptabilidad, supervivencia y desarrollo en el sitio de plantación (debido a las características del suelo, por ejemplo), así como la necesidad de mantenimiento.

La SMAS (2013) explica que se deben estudiar las características de la especie en base a los siguientes moldes: Son preferentemente nativos; Preferiblemente tenga una tasa de crecimiento regular; No presente principios tóxicos y alérgicos; Tener bases compatibles con el espacio disponible; Presentar baúles individuales; presente, para la reforestación vial, raíces profundas y un sistema radicular adecuado, raíces tabulares o las que no sean tabulares, sino de cultivo.

Paeset *al.* (2015) refuerzan que reforestar y decorar una ciudad no significa solo plantar arboles en sus calles, jardines, plazas, parques y viveros, crear áreas verdes para el esparcimiento público y proteger áreas verdes privadas. La implantación de arboles debe lograr objetivos de ornamentación, mejoramiento microclimático y reducción de la contaminación, entre otros, esto debe basarse en criterios técnicos y científicos que viabilicen tales funciones. La presencia o ausencia de principios tóxicos es de fundamental importancia en la elección de especies.

Niccoet *al.* (2013) señalan que se deben considerar algunas características para que una especie pueda ser utilizada en calles, avenidas, plazas, parques o otros lugares sin causar inconvenientes. La especie ideal nunca se encontrará. Sin embargo, se busca el que más se acerque a la perfección, dando prioridad a las especies autóctonas, contribuyendo a su conservación. Tales características se mencionan a continuación:

a) Rusticidad y resistencia a plagas y enfermedades.

La especie elegida debe ser lo suficientemente rústica para soportar las precarias condiciones del entorno urbano donde las limitaciones impuestas por el hombre son intensas.

Según Niccoet *al.* (2013) la especie debe ofrecer resistencia al ataque de plagas y enfermedades, ya que el uso de fungicidas e insecticidas puede ocasionar serios problemas de salud a la población, además de que estos productos son bastante costosos. La selección de especies resistentes en el desarrollo de mejores árboles para uso urbano, además de ser biológicamente saludables, también es ambientalmente constructiva.

b) Desarrollo

La planta debe mostrar un crecimiento regular, el crecimiento muy lento hace que sea imposible recuperarse, en un tiempo razonable, de los daños que pueda sufrir, así como de las operaciones de poda (CEMEG, 2011).

Para las especies de rápido crecimiento, generalmente recomendadas por algunos gestores paisajistas de la ciudad, interesados en obtener resultados a corto plazo, cumplirán parcialmente los objetivos, ya que estas, generalmente, de constitución más débil, es decir, de tallo frágil, serán fácilmente dañadas por la acción de los vientos. Para estas especies será necesaria una mayor frecuencia de poda, lo que incide en sus características de poda (CEMEG, 2011).

Niccoet *al.* (2013) prefieren especies de crecimiento medio a rápido, ya que estas especies escapan más rápidamente de la ferocidad de los depredadores y también se recuperan en menos tiempo de un accidente que puede ocasionar una posible poda drástica.

c) Follaje

Se deben evitar las especies con hojas peludas porque fijan el polvo en el aire con mayor facilidad, ensuciándose y propiciando el hospedaje de hongos, bacterias y líquenes, que pueden traer inconvenientes a la salud humana (CEMEG, 2011).

d) Flores

Niccoet *al.* (2013) explican que las especies que producen flores grandes y gruesas no son recomendables para el paisajismo urbano porque hacen que las aceras sean resbaladizas y pueden provocar accidentes a los peatones.

Las flores no deben desprender perfumes muy fuertes y no es probable que se utilicen comúnmente como decoración.

Las especies que no producen flores también pueden proporcionar un efecto satisfactorio sobre la forestación, siempre que se explore adecuadamente su forma o follaje.

e) Principios tóxicos

Las especies utilizadas en la ornamentación deben estar desprovistas de principios tóxicos o elementos susceptibles de provocar reacciones alérgicas en las personas (CEMEG, 2011).

f) Sistema raíz

Borelli *et al.* (2018) encontraron que el sistema radicular debe ser profundo, evitando, cuando sea posible, el uso de árboles con un sistema radicular superficial que pueda dañar las aceras y los cimientos de edificios y muros, es decir, aceras. Hay varias características, pero la comunidad científica ha presentado temporalmente artículos que mencionan especies aptas e inadecuadas para su uso en las ciudades.

2.7. Algunas consideraciones para el arbolado urbano

Casaubon (2008) plantea que si lo que se pretende con el arbolado urbano es un buen aspecto estético y un bajo costo de mantenimiento habría que considerar los siguientes aspectos:

- * Tipo de raíz: los árboles de raíces profundas (pivotantes) dañan menos las veredas que los de raíces superficiales; se deben evitar por lo tanto especies ávidas de humedad del suelo porque buscarán siempre los desagües.

- * Follaje: conviene elegir siempre árboles de hojas caducas y pequeñas o medianas ya que obstruyen menos los desagües y facilitan su barrido y recolección.

- * Floración: son preferibles para vereda especies de floración explosiva, aunque sean momentáneas.

- * Frutos: igual que el caso anterior. Los frutos pueden embellecer el entorno y ocasionar trastornos por su tamaño, textura, forma, aroma, etc. Son preferibles las especies de frutos secos, no muy grandes.

- * Tamaño: si tenemos en cuenta el tamaño que alcanzará un árbol en su edad adulta, la elección de cada especie estará determinada en gran medida por el ancho de la calle, vereda, la altura y distancia de los frentes de edificación.

2.8. Tipos de Muestreo de Vegetación

Hoyos (2003) plantea que el método de los transeptos se utiliza ampliamente por la rapidez con se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación. Es un rectángulo que se sitúa en un lugar para medir ciertos parámetros para un tipo de vegetación. El tamaño puede ser variable y depende del grupo de plantas que se mide. También plantea el mismo autor que los transeptos deben realizarse a 2 x 50 m y deben medirse todos los árboles y bejucos con diámetro a la altura del pecho (DAP) y

deben evaluarse el diámetro a la altura del pecho mayor a 2,5 cm, además el diámetro de cada planta. Sin embargo, este tamaño no sería adecuado para evaluar la vegetación del sotobosque de un bosque húmedo; en este caso, será necesario reducir el tamaño (por ejemplo, a 2 x 4 m).

Jiménez (2009) plantea que si se quiere evaluar la vegetación arbórea con (DAP) mayor a 20 cm, en un transecto de 2 x 50 m el número de árboles de esta categoría sería poco representativo, lo que indica que el tamaño debe aumentarse (por ejemplo 10 x 50 m o 10 x 100 m).

Además, explica que los profesionales forestales, para inventariar una determinada área forestal, generalmente utilizan transectos de 10x100 m o 20x100 m, puesto que sólo necesitan muestrear algunas especies de su interés y con categorías de DAP mayores, en ellos generalmente se miden parámetros como altura de la planta, abundancia y frecuencia.

Transectos variables

Este método es una variante de los transectos y fue propuesto por Vilela (2004), para realizar evaluaciones rápidas de la vegetación. Este método tiene como base muestrear un número estándar de individuos en vez de una superficie estándar y no requiere tomar medidas precisas de los datos. El método consiste en muestrear un número determinado de individuos a lo largo de un transecto con un ancho determinado y el largo definido por el número estándar de individuos a muestrearse.

El mismo autor plantea que con este método, se pueden muestrear todas las plantas o clases de plantas, separadas por formas de vida (árboles, arbustos, bejucos, hierbas, epífitas), familias (por ejemplo; palmeras), o individuos de una sola especie. También, se puede hacer agrupaciones por estratos (plantas del dosel, del estrato alto, del estrato medio, del sotobosque).

Para considerar el número de plantas a muestrear, se debe tomar en cuenta que usualmente es mejor hacer muchos muestreos pequeños que pocos muestreos grandes, donde Novais *et al.* (2017) menciona que 50 individuos de muestreo para cada clase de plantas puede ser un número adecuado, con el cual se pueden hacer varios muestreos representativos en un solo día.

Thoren (2000) plantea que el ancho del transecto es variable y depende de la clase de plantas y la densidad de individuos. Por ejemplo, si se quiere muestrear árboles, en bosques densos el ancho del transecto será menor, mientras que en áreas quemadas o pastoreadas (pocos árboles) tendrá que aumentarse. Para árboles medianos (10-30 cm DAP), el ancho puede variar de 10 a 20 m y para los arbustos, árboles pequeños (1-10 cm DAP) y hierbas, la anchura puede ser de 1 a 2m.

2.9. Biodiversidad

Biodiversidad (neologismo del inglés Biodiversity, a su vez del griego βίο-, vida, y del latíndiversitas, -ātis, variedad). Biodiversidad o diversidad biológica engloba tanto a la variedad y variabilidad de organismos vivos o especies, como así también a la de ecosistemas y de genes. En este sentido, se la suele caracterizar según dos perspectivas bien diferenciadas (Nebel & Wright, 1999) citado por (Jobe 2018). La primera es la valoración utilitaria, que implica un provecho para los seres humanos como proveedora fundamental de recursos económicos (alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos, fibras textiles, materiales para la construcción y combustibles).

Otros aspectos relacionados son el de la importancia de los conocimientos de las comunidades originarias sobre el empleo de la biodiversidad de forma compatible con sus procesos de regeneración; el ocio y la recreación, el disfrute estético y/o la satisfacción espiritual. (Jobe 2018)

La Cumbre de la Tierra celebrada por Naciones Unidas en Río de Janeiro en 1992 reconoció la necesidad mundial de conciliar la preservación futura de la biodiversidad con el progreso humano según criterios de sostenibilidad o sustentabilidad promulgados en el Convenio internacional sobre la Diversidad Biológica que fue aprobado en Nairobi el 22 de mayo de 1992, fecha posteriormente declarada por la Asamblea General de la ONU como Día Internacional de la Biodiversidad (Wikipedia, 2011).

Índices para evaluar la vegetación

Los índices han sido y siguen siendo muy útiles para medir la vegetación, si bien muchos investigadores opinan que los índices comprimen demasiado la información, además de tener poco significado, en muchos casos son el único medio para

analizarlos datos de vegetación. Los índices que se mencionan se utilizan en el análisis comparativo y descriptivo de la vegetación (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Abundancia absoluta

Número de individuos de una especie que aparecen en una unidad muestral, lo cual indica el comportamiento del liderazgo de la población en una comunidad (Finol, 1971).

Abundancia relativa

Porcentaje de individuos de una especie respecto al total de individuos que se encuentran en la muestra. Ratificando lo anterior (Finol, 1971) definen este parámetro como la relación porcentual con respecto al número total de árboles levantados.

Frecuencia relativa

Porcentaje de la frecuencia absoluta de una especie con relación a la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies encontradas en la muestra y es calculado basándose en la suma total de la frecuencia absoluta (Finol, 1971).

Dominancia Absoluta

Según Finol (1971), se representa por la sumatoria de áreas basales de los individuos de una especie, expresado en m³/ha.

Índice de valor de importancia ecológica (IVIE)

El Índice de valor de importancia, se utiliza para el análisis de los parámetros ecológicos ya que es un buen descriptor de la importancia de la especie en un lugar, de manera que las especies que presentan los valores más altos son aquellas que poseen más individuos y de mayor tamaño, es decir, las más representativas de la vegetación.

Suma aritmética de los valores de frecuencia relativa, abundancia relativa y dominancia relativa.

Los bosques como sumideros de carbono

La vegetación, a través de los ciclos elementales de la fotosíntesis, transforma energía solar en química absorbiendo CO₂ del aire, para fijarlo en forma de biomasa y liberar a la atmósfera O₂ (Paz *et al.*, 2008).

Los bosques, en particular, siguiendo ese ciclo bioquímico, juegan un papel preponderante en el ciclo global del carbono, ya que almacenan grandes cantidades de carbono en la vegetación y el suelo, intercambian carbono con la atmósfera a través de

la fotosíntesis y la respiración (Yerena *et al.*, 2011) y un buen porcentaje de carbono es almacenado por los árboles en el sistema radical, follaje y principalmente en los tejidos de la madera, convirtiéndolos en sumideros muy importantes por su gran tamaño y su longevidad (Martel y Cairampoma, 2012).

Conforme los bosques asumen su papel como sumideros de carbono atmosférico, también pueden convertirse en fuentes de emisiones cuando sufren alguna perturbación por la mano del hombre o por causas naturales (incendios, deforestación, y otros), pudiendo volver a convertirse en sumideros durante la regeneración después de las perturbaciones.

La función de sumidero hace que los bosques sean reconocidos como una oferta para reducir los niveles de CO₂ en la atmósfera a través de la conservación y expansión de los mismos, conformando además una de las formas de mitigación y de reducción de los impactos negativos del cambio climático.

En este sentido, la asimilación de CO₂ de los ecosistemas forestales tiene efectos importantes en el balance global del carbono (Méndez *et al.*, 2011). El CO₂ es fijado en moléculas de carbono en el proceso de fotosíntesis y constituye el 50% de su biomasa seca (Figuerola *et al.*, 2005). Se deduce que la velocidad de fijación de CO₂ es proporcional a la tasa de crecimiento e incremento de biomasa. Paradójicamente, el CO₂ es el principal componente gaseoso responsable del efecto invernadero que origina el cambio climático (Dixon *et al.*, 1994).

Los árboles, al ir incrementando su diámetro y altura, alcanzan un tamaño tal que puedan ser aprovechados con fines comerciales. De este aprovechamiento se extraen productos como tablas, tablonés y otros productos que darán origen a subproductos elaborados como muebles y estructuras para casas. Estos productos finales tienen un tiempo de vida determinado, después del cual se degradan aportando carbono al suelo y CO₂ producto de su descomposición a la atmósfera.

Ordóñez (1999) declara que durante el tiempo en que el carbono se encuentra constituyendo alguna estructura del árbol y hasta que es reemitido (ya sea al suelo o a la atmósfera), se considera que se encuentra almacenado. En el momento de liberación (ya sea por la descomposición de la materia orgánica y/o la quema de la biomasa), el carbono fluye para regresar a su ciclo.

Los bosques producen combustible como una alternativa más benigna que los combustibles fósiles. Según FAO (2006) estos poseen un potencial de absorber un décimo de las emisiones medias de carbono previstas para la primera mitad de este siglo en su biomasa, suelo, productos y almacenarlos a perpetuidad.

Por tal razón los bosques adquieren su protagonismo por su capacidad de fijar carbono y su reconocimiento dentro de los mecanismos de flexibilidad, para mitigar las emisiones de CO₂ en los acuerdos internacionales sobre cambio climático y emisiones de GEI. En este contexto es cada vez mas importante poder cuantificar la fijación de carbono mediante el crecimiento natural de los bosques secundarios y las plantaciones forestales (Centella *et al.*, 2008 y Fonseca *et al.*, 2011).



Materiales y Métodos

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de investigación

La investigación se desarrolló en centro de la ciudad de Guantánamo (Figura 2), la cual se divide en cinco zonas (Norte, Sur, Este, Oeste y Centro). Específicamente se trabajó en el centro, desde Paseo hasta la Avenida y Ahogado hasta Cuartel, entre los meses de noviembre de 2020 y marzo de 2021 en todas las arterias (calles) que comprende esta zona, con una superficie de 167 462 m².



Figura 2. Ubicación del área de trabajo.

3.2. Característica del área de investigación

La ciudad de Guantánamo descansa sobre un terreno ondulado, donde hay frecuentes alturas cercanas a los 230 metros sobre el nivel del mar (msnm). El suelo predominante es pardo cársico y el clima es variable. El centro del municipio de la ciudad presenta

una población de más de veinte mil habitantes. Su fondo habitacional está compuesto por 5 917 viviendas.

3.3. Características edafoclimáticas

Condiciones edáficas

Los estudios de suelos se realizaron a escalas 1:100 000, 1:50 000 y 1:25 000 de la provincia Guantánamo, según la última clasificación de Hernández *et al.* (1999), que se ubican en ocho agrupamientos, ocupan mayor área los Pardos (Pardos Sialíticos); Ferralíticos; Poco desarrollados (poco evolucionados) y Aluviales (Fluvisol) con el 43,72%, 19,36%, 18,25% y 5,75% respectivamente, todos altamente susceptibles a los procesos degradativos.

Según estudios de suelos a escala 1:25 000, a nivel de Tipo, el predominante en el municipio de Guantánamo es (Pardos Sialíticos)

Condiciones climáticas

El siguiente climodiagrama muestra las características climáticas del municipio Guantánamo, en la serie desde junio del año 2009 hasta junio de 2021, (con datos de 12 años de evaluación sistemática). La estación está a una altitud de 20 metros sobre el nivel del mar (msnm), con temperatura promedio anual de 26,27 o C, máxima absoluta de 32 o C y máxima media absoluta de 15,6 o C. La mínima media registrada es de 13,8 o C y como mínima absoluta 20 o C, mientras las precipitaciones son de 851,1mm, comportándose por encima de los 100 mm mayo, septiembre y octubre, y desde abril hasta agosto, ocurren precipitaciones por debajo de los 100 mm, además aparecen dos periodos secos: de enero a marzo y de noviembre hasta diciembre (Figura 3).

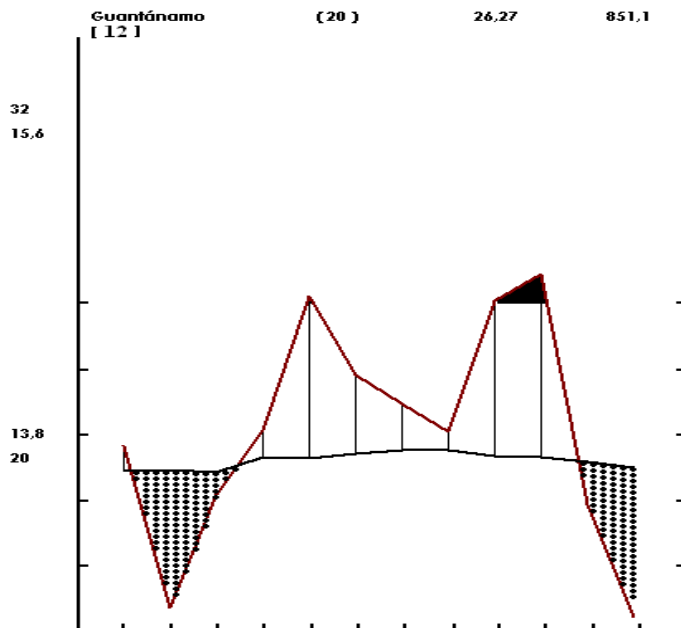


Figura 3. Climodiagrama de la Estación Meteorológica de Guantánamo con una serie de datos de dos años y medios (desde el 2009 hasta junio de 2021).

3.4. Metodología empleada

3.4.1. Identificación de los principales problemas sociales que afectan el arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo

Para obtener información, se utilizó un cuestionario como herramienta fundamental para que las personas en la calle y los líderes (anexo 1), conocieran los principales beneficios de los árboles urbanos, el cual trabajó con preguntas abiertas, lo que les permitió opinar libremente las respuestas y la información que conococen.

A una muestra preliminar de 30 individuos se le aplicó una prueba preliminar o pre-prueba, con el fin de ajustar el cuestionario como lo explican Notáριο (2004) y Cruz (2010). Todo lo cual permitió obtener elementos complementarios sobre el problema, introducir o excluir indicadores y volver a dibujar preguntas.

Luego de realizar la prueba preliminar y rediseñar el cuestionario, se aplicó a la muestra determinada mediante el procedimiento expuesto para estudios sociales por Calero

(1978). Se utilizó un universo total de 379 personas en la calle, en el intervalo de una hora (12:00 AM - 13:00 PM), durante cinco (5) días, donde la muestra calculada fue del 30%, para un total de 114 personas: 70 hombres, 34 mujeres y 10 directivos. El estudio se evalúa con base en un análisis multivariado (no paramétrico), siguiendo el procedimiento estadístico de la tabla de contingencia con el uso de chi-cuadrado y la comparación de proporciones, que se realizó mediante el programa (ComparPro, 2009).

3.4.2. Caracterización del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo

El inventario fue realizado mediante un muestreo aleatorio simple, donde se levantaron 20 transeptos variables, según la metodología de Foster *et al.* (1995), citado por Mostacedo y Fredericksen (2000), además se evaluaron las especies de árboles existentes en el área que componen el estrato arbustivo (1 a 4,99 m) y arbóreo (mayor de 5 m), de acuerdo con Álvarez y Varona (2006), donde se evaluaron: el diámetro, altura de la planta, área basal, volumen y la estructura horizontal (abundancia relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa, índice de valor de importancia ecológica (IVIE) y secuestro de carbono.

Determinación de parámetros dasométricos:

- ❖ Diámetro (m): se midió a la altura del pecho con una cinta diamétrica.
- ❖ Altura (m): se le determinó la altura por el método ocular.
- ❖ Área basal (m²): se determinó mediante la forcipulación total de los árboles en las parcelas de pruebas y el cálculo se realizó por las formulas:

$$G = \frac{\pi}{4} * d^2$$

Donde:

G= área basal (m²)

d^2 = diámetro (m)

❖ Volume (m³)

$$V = \frac{\pi}{4} * d^2 * h + 3 * f$$

Donde:

V = Volumen de madera.

d = diámetro (m).

h = altura (m)

(f) = Coeficiente mórfico empírico.

La diversidad de especies florísticas en la zona urbana del centro de la ciudad de Guantánamo, se basó en la metodología de Álvarez y Varona (2006) mediante un muestreo aleatorio simple donde se utilizaron transeptos variables evaluando las especies existentes en el área que componen el estrato arbustivo (1 a 4,99 m) y arbóreo (mayor de 5 m), donde se determinó el diámetro, altura de la planta, área basal, volumen, además se caracterizó la estructura horizontal (abundancia relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa e índice de valor de importancia ecológica (IVIE), a través de la metodología de Keels *et al.* (1997) y secuestro de carbono según Mercadet y Álvarez (2009).

Estructura horizontal del arbolado urbano

❖ IVIE= Abundancia relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa

$$\text{Abundancia relativa} = \frac{\# \text{ de individuos de una especie}}{\# \text{ Total de individuos de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\# \text{ de parcelas en la que ocurre una especie}}{\text{Total de ocurrencia en todas las parcelas}} \times 100$$

El número total de individuos se determinó por clases diamétricas de especies, agrupadas con su intervalo, ajustado a la metodología de Aldana (2010) (anexo 2).

Determinación del secuestro de carbono

La información registrada se utilizó para estimar la biomasa y retención de carbono siguiendo la metodología descrita por Mercadet y Álvarez (2009). Todos los datos obtenidos fueron procesados con un fichero confeccionado en Microsoft Office Excel 2003 y siguiendo los siguientes pasos:

- Carbono retenido en la biomasa: se realizó la conversión del volumen de madera en pie a biomasa del fuste, empleando la densidad de la madera seca reportada por especies por Álvarez (2010).

$$\text{BMF (t)} = \text{Volumen (m}^3\text{)} \times \text{Densidad básica de la especie (kg/m}^3\text{)} / 1000 \text{ (1)}$$

La biomasa correspondiente a las ramas y follaje (biomasa aérea), se calculó utilizando el Factor de Expansión de la Biomasa (FEB), la que tendrá como valor mínimo 1,74 y máximo 3,00 (Segura, 2001), quedando:

$$BMA (t) = BMF (t) \times FEB \quad (FEB = e^{(3,213-0,506 \ln BMF)})(2)$$

La biomasa de las raíces (BMR) se estimó multiplicando la biomasa aérea por el valor por defecto 0,3:

$$BMR (t) = BMA \times 0,3 \quad (3)$$

La biomasa total (BMT) fue calculada como la suma de los siguientes componentes:

$$BMT (t) = BMA (t) + BMR (t) \quad (4)$$

El carbono retenido en la biomasa total (CRBT) se calculó utilizando la fracción de contenido de carbono en la madera (FCCM) determinada para las condiciones de Cuba:

$$CRBT (t) = BMT (t) \times FCCM \quad (5)$$

Esta operación (1, 2, 3, 4, 5) se realizó para cada especie y se promediaron los valores de todos los árboles.

- Conversión del carbono calculado a carbono equivalente (CO₂e):

Para calcular cuánto representó el carbono retenido, en toneladas de CO₂ removido de la atmósfera, se multiplicó por 44/12 (3,67 t CO₂), que es la relación existente entre el peso total de la molécula de CO₂ (44) y del átomo de carbono (12) (Ramírez y Gómez, 1999).

3.4.3. Determinación del comportamiento económico del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo

La valoración económica de los árboles urbanos se desarrolló según la metodología de Hoyos (2003), basada en estudios en entornos urbanos de otros países. Esta valorización debe aspirar a que los responsables de la gestión de los bosques urbanos

de la ciudad adopten herramientas económicas, sociales y medioambientales que permitan un apoyo objetivo en la planificación, ordenación y gestión sostenible de los árboles en el contexto urbano. Este modelo responde a necesidades por parte de autoridades ambiental en general un mecanismo que le permite imponer sanciones económicas cuando las personas atacan árboles que forman parte del entorno urbano (Hoyos, 2003).

El modelo tiene un valor que, a su vez, debe ser multiplicado por el salario mínimo legal vigente para finalmente obtener la revalorización económica del árbol urbano. Se utilizó la siguiente expresión para el cálculo, tomado de la metodología, de las especies más representativas según el índice de valor de importancia ecológica: $V_{Eau} = DAP * F_{sp} * F_{es} * C_{sp} * L$

Donde:

V_{Eau}: valorización económica de la vegetación urbana.

DAP: diámetro a la altura del pecho. Se han definido las siguientes clases diamétricas: 1ª (1–10 cm); 2ª (11–20 cm); 3ª (21–30 cm); 4ª (31–40 cm); 5ª (41–50 cm); 6ª (51–60 cm); 7ª (61–70); 8ª (> 70 cm).

F_{sp}: factor de especie. Este factor es la clasificación por grupo de especies, de la siguiente manera: arbustos = 2, especies de rápido crecimiento = 3, especies de crecimiento medio = 4, palmeiras = 5 e especies de crecimiento lento = 6.

F_{es}: factor de estrato. Estrato dado por la Administración Provincial e/ou Municipal para el pago de servicios públicos, de la siguiente manera: estrato 1 = 1, estrato 2 = 2, estrato 3 = 3, estrato 4 = 4, estratos 5 e 6 = 5.

C_{sp}: condición de la especie, donde: nativo raro = 5, raro exótico = 3, comun = 1.

L: localización: especies en espacios histórico-culturales = 8, especies en espacios de parque = 4, especies en espacios de acera = 3 y especies en espacios únicos = 1.

3.4.4. Definición de acciones de recuperación del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo

La definición de acciones de recuperación se realizó a partir del comportamiento del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo, donde se tuvo en cuenta un instrumento de funcionamiento “plan operativo”, el cual se desarrolla según el Diagrama de Gantt enriquecido, que describen Arencibia y Sánchez (2005) y Rodríguez (2010).

Análisis estadístico

Los datos se procesaron a partir de programas estadísticos: BioDiversity Pro: para realizar el análisis del Clúster y para introducir los datos, la confección de tablas y figuras se empleó el Microsoft Excel y para la interpretación de los resultados obtenidos Microsoft Word.

Resultados y Discusiones

IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Principales problemas sociales que afectan el arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo

La Tabla 1 muestra el comportamiento del criterio social, donde la respuesta predominante es ineficiente, con diferencias significativas en las respuestas regulares, buenas, muy buenas y excelentes, además de las acciones de las especies forestales, los problemas ambientales y el manejo, no hay criterio favorable en términos de desarrollo sostenible.

Tabla 1. Comportamiento de criterios sociales en las principales calles del centro de la ciudad de Guantánamo.

Acciones	%					EE±
	1 (I)	2 (R)	3 (B)	4 (MB)	5 (E)	
¿Usted tiene conocimiento sobre la silvicultura urbana?	72 ^a	28 ^b	0	0	0	0,51*
¿Usted tiene conocimiento sobre las funciones de los árboles en las ciudades (dar sombra, regular la temperatura ambiente, atenuar el ruido, reducir el impacto de las lluvias, influencia psicológica en el suelo)?	45 ^a	35 ^b	10 ^c	5 ^d	5 ^d	0,45*
¿Cómo considera el estado de los árboles de la calle en la ciudad?	52 ^a	35 ^b	10 ^c	3 ^d	0	0,52*
¿Cree que las medidas de reforestación en las calles son importantes?	53 ^a	30 ^b	15 ^c	2 ^d	0	0,48*

¿Cómo considera las actividades de Educación Ambiental sobre la importancia de los árboles en las calles?	60 ^a	30 ^b	10 ^c	0	0	0,81*
¿Consideras que la poda de árboles en las calles es importante para lograr sus funciones?	60 ^a	37 ^b	2 ^c	1 ^c	0	0,78*
¿Consideras que la gente está pendiente del cuidado de las plantas en las calles?	62,5 ^a	27,5 ^b	5,5 ^c	2,5 ^d	2 ^d	0,91*
¿Conoces las características de los árboles en las calles?	72 ^a	28 ^b	0	0	0	0,59*

Leyenda: * abcd Los promedios con letras diferentes en las líneas difieren significativamente en $P \leq 0.05$ (Duncan, 1995).

Es de gran importancia la gestión sostenible en las calles, donde se deben dejar claros los criterios sociales, en función de mantener la biodiversidad de la zona, que cuando no va bien comienza a aparecer la degradación del arbolado urbano.

Estos resultados coinciden en que Monteiro *et al.* (2013) explican que hay que trabajar para incrementar el conocimiento de las personas en las ciudades, donde hay que intentar comprender los sistemas naturales o estudiar los árboles.

También se corresponde con Vega (2017) al exponer que, en la ciudad la plantación de árboles sirve para una variedad de propósitos. Sin embargo, en dos casos cualesquiera, es esencial o perfecto el conocimiento del carácter y las limitaciones de numerosas especies que pueden ser utilizadas, así como del entorno en el que se ubicarán (solo, clima, contaminación).

Los árboles proporcionan sombra, suavizan la temperatura y aumentan la humedad relativa del aire, mejoran la calidad del aire y alivian la contaminación acústica, y están en correspondencia con las funciones de los árboles, según Ahrenset *al.* (2012) al decir que se deben plantar diferentes árboles que desempeñen varias funciones importantes en las ciudades, relacionadas con aspectos ecológicos, estéticos y sociales.

Estos resultados también coinciden con Monteiro et al.(2013) donde explican que la forestación es un componente de gran importancia urbana. Además de la función paisajística, existen otros beneficios para la población como: depuración del aire mediante la fijación de polvos y gases tóxicos y reciclaje de gases mediante

mecanismos fotosintéticos; mejora del microclima de la ciudad, reteniendo la humedad en el suelo y el aire y generando sombra, evitando que la luz solar impacte directamente a las personas; reducción de la velocidad del viento y refugio de la fauna.

A la hora de realizar plantaciones en zonas de las ciudades, se debe tener en cuenta que la forestación urbana cubre toda la vegetación arbórea y / o arbustiva existente en la ciudad, lo cual se corresponde con Perdomo y Díaz (2015) al plantar que Intervenciones como La plantación y el mantenimiento deben ser idealmente planificados y / o asistidos por el gobierno, con objetivos definidos y con base técnica y científica.

Con estos resultados, Pérez (2014) concuerda al exponer que son muchos los problemas que afectan directamente las condiciones ambientales, tales como: el mal manejo de los recursos naturales renovables por parte del hombre, que están produciendo impactos ambientales negativos, alterando la calidad y cantidad de estos recursos. Como la pérdida del horizonte fértil, la deforestación, la contaminación de suelos y aguas por la existencia de basuras y derrames de efluentes contaminados por la población.

4.2. Caracterización del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo

La Figura 4 representa la cantidad de individuos por estratos, donde se puede apreciar que el estrato arbustivo es donde existe mayor riqueza con 637 y el arbóreo 198, además la poca presencia en el estrato arbóreo, está dado por la poda que se le realizan en función de controlar la altura que alcanzan estos árboles, para que sirva de mejoramiento y embellecimiento de la ciudad.

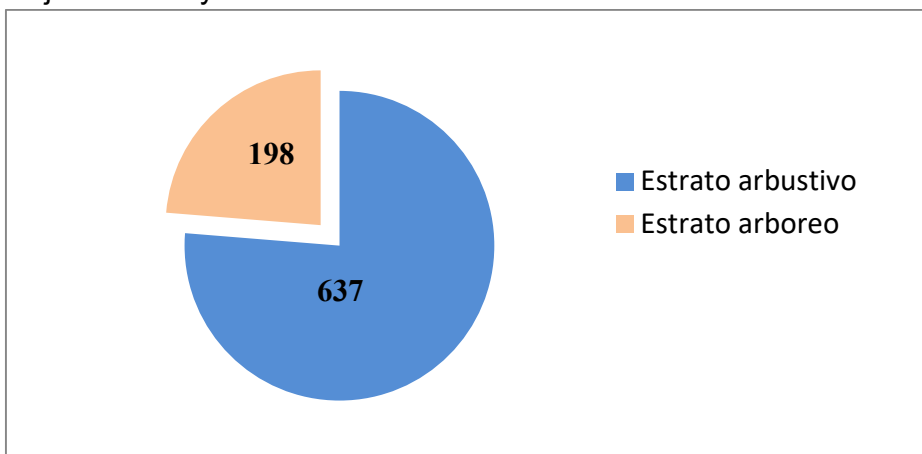


Figura 4. Total de individuos presentes en el estrato arbustivo y arbóreo en el arbolado urbano.

Los trabajos de mantenimiento en las áreas verdes urbanas son muy deficientes y esto se debe principalmente a la poca importancia que se le da por parte de las autoridades responsables y a los pocos recursos que se destinan a las mismas, donde repercute que no existe un desarrollo sostenido en los arbolados urbanos.

Estos resultados coinciden con Werneck *et al.* (2019) al plantear que el manejo de árboles debe ser uno de los componentes principales del programa de silvicultura urbana de una comunidad, donde los planes de manejo de árboles deben complementar los objetivos generales del programa de árboles y parques urbanos de una comunidad, además de que las siguientes actividades están completamente integradas: plantación de árboles, mantenimiento de árboles y programas de emergencia.

Gonçalves y Nogueira (2017) también corresponden a los resultados alcanzados, al dejar en claro que la silvicultura urbana está compuesta por árboles, arbustos y otras plantas que crecen en la comunidad y en sus alrededores, además de exponer que toda esta vegetación masiva era un paso importante hacia la mejora del estado de los árboles en el entorno urbano, con un aumento de su valor.

Estructura horizontal

La tabla 2 muestra las familias de mayor y menor individuos de cada especie en el centro de la ciudad (Anexo 3), donde se aprecia que las mayores son: Apocynaceae (327 individuos), Rubiaceae (107), Euphorbiaceae (95), Magnonaceae (54), Bignonaceae (40) y Rutaceae (28) y las menores: Sapotaceae, Myrtaceae, Akaniaceae, Combretaceae (todos con 1) y Moraceae (2).

Tabla 2. Familias de mayor y menor individuos.

Familias	Especies	Mayor individuos	Familias	Especies	Menor individuos
Apocynaceae	1	327	Bignoniaceae	2	7
Rubiaceae	2	107	Clusiaceae	1	7
Euphorbiaceae	2	95	Moringaliaceae	1	5
Magnonaceae	1	54	Euphorbiaceae	2	4
Bignonaceae	2	40	Mimosaceae	1	3
Rutaceae	4	28	Arecaceae	1	3
Boraginaceae	2	23	Papilionaceae	1	3
Annonaceae	2	17	Moraceae	1	2
Rutaceae	4	15	Combretaceae	1	1
Malvaceae	1	11	Akaniaceae	1	1
Anacardiaceae	1	11	Myrtaceae	1	1
Simarubaceae	1	10	Sapotaceae	1	1

Estas familias de mayor riqueza tienen efectos sobre el clima, situación que crea condiciones favorables para el bienestar humano proporcionando temperaturas más agradables y belleza escénica, haciéndolo contraste con un lugar desprovisto de vegetación.

Gonçalves y Nogueira (2017) también lograron resultados similares al exponer que estos árboles sirven como protección contra la radiación solar, donde generan sombra, ya que sus copas están diseñadas para captar la luz solar, y cuando se extienden, dan sombra al piso, la fauna, la flora inferior y el ser humano del impacto directo de los rayos al abrigo, además de que permiten la regulación de la temperatura, donde las áreas verdes y los árboles son un elemento protector frente a las fluctuaciones de temperatura en los microclimas, ya que ayudan a regular mantenerlo fresco en verano y bloquear el frío en invierno.

Abundancia Relativa

En la tabla 3 se observa las especies leñosas de mayor y menor abundancia relativa en el arbolado urbano, donde las mayores son: *Thevetia peruviana* 33,7%, *Aleuritis moluccana* 9,40%, *Salix longipes* 6,71%, *Ficus benjamina* 5,57%, *Morinda citrifolia* 4,33%, *Tabebuia angustata* 4,13% y las menores: *Terminalia catappa*, *Akania belizensis*, *Psidium guajava*, *Manilkara zapotilla*, *Tamarindus indica*, todas con 0,10%.

Tabla 3. Especies leñosas de mayor y menor abundancia relativa en el arbolado urbano.

Mayor Abundancia Relativa (%)		Menor Abundancia Relativa (%)	
<i>Gossypium barbadense</i>	1,24	<i>Albizia lebeck</i>	0,31
<i>Thevetia peruviana</i>	33,64	<i>Terminalia catappa</i>	0,10
<i>Salix longipes</i>	6,71	<i>Akania belizensis</i>	0,10
<i>Aleuritis moluccana</i>	9,40	<i>Peltophorum ferrugineum</i>	0,31
<i>Simaruba glauca</i>	1,03	<i>Delonix regia</i>	0,31
<i>Ficus benjamina</i>	5,57	<i>Annona muricata</i>	0,41
<i>Citrus limon</i>	1,55	<i>Psidium guajava</i>	0,10
<i>Mangifera indica</i>	1,14	<i>Crescentia cujete</i>	0,72
<i>Citrus aurantium</i>	1,34	<i>Ficus havanensis</i>	0,31
<i>Morinda citrifolia</i>	4,33	<i>Citrus reticulata</i>	0,52
<i>Tabebuia angustata</i>	4,13	<i>Manilkara zapotilla</i>	0,10

<i>Ehretia tinifolia</i>	1,86	<i>Tamarindus indica</i>	0,10
--------------------------	------	--------------------------	------

Varios estudios mencionan que el principal problema de las áreas verdes y árboles en la ciudad, se debe al desconocimiento sobre este tema y coinciden con esta afirmación de Werneck *et al.* (2019) al dejar en claro que en muchas áreas aún existe una falta de planificación en la materia y una ausencia de planes de manejo integral de la vegetación, lo que se traduce en la plantación de árboles en lugares inadecuados, la selección inadecuada de especies vegetales, así como como deficiencias en el mantenimiento de los árboles.

Dominancia Relativa

En la tabla 4 se observa las especies leñosas de mayor y menor dominancia relativa, donde las mayores son: *Thevetia peruviana* 33,78%, *Aleurites moluccana* 9,40%, *Salix longipes* 6,71%, *Ficus benjamina* 5,57%, *Morinda citrifolia* 4,33%, *Tabebuia angustata* 4,13%, *Ehretia tinifolia* 1,85%, *Citrus limón* 1,54%, *Citrus aurantium* 1,34% y *Mangifera indica* 1,13%, las menores: *Terminalia catappa*, *Akania belizensis*, *Psidium guajava*, *Manilkara zapotilla*, *Tamarindus indica* (todas 0,10%), *Citrus grandis* 0,20%, *Albizia lebeck*, *Peltophorum ferrugineum*, *Delonix regia*, *Ficus havanensis*, *Roystonea regia* (todas 0,30%).

Tabla 4. Especies leñosas de mayor y menor dominancia relativa en el arbolado urbano.

Mayor Dominancia Relativa	(%)	Menor Dominancia Relativa	(%)
<i>Thevetia peruviana</i>	33,78	<i>Albizia lebeck</i>	0,30
<i>Aleurites moluccana</i>	9,40	<i>Terminalia catappa</i>	0,10
<i>Ficus benjamina</i>	5,57	<i>Akania belizensis</i>	0,10
<i>Morinda citrifolia</i>	4,33	<i>Peltophorum ferrugineum</i>	0,30
<i>Tabebuia angustata</i>	4,13	<i>Delonix regia</i>	0,30
<i>Gossypium barbadense</i>	1,13	<i>Annona muricata</i>	0,41
<i>Salix longipes</i>	6,71	<i>Psidium guajava</i>	0,10
<i>Simaruba glauca</i>	1,03	<i>Ficus havanensis</i>	0,30
<i>Citrus limon</i>	1,54	<i>Citrus grandis</i>	0,20
<i>Mangifera indica</i>	1,13	<i>Manilkara zapotilla</i>	0,10
<i>Citrus aurantium</i>	1,34	<i>Roystonea regia</i>	0,30
<i>Ehretia tinifolia</i>	1,85	<i>Erythrina glauca</i>	0,30
		<i>Tamarindus indica</i>	0,10

Los espacios verdes urbanos aportan numerosos beneficios sociales y ambientales que contribuyen a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, donde esto concuerda con los resultados que ha logrado Gilchrist (2015), donde las investigaciones sobre espacios verdes más recientes dirigieron su atención a la relación entre áreas boscosas

y sostenibilidad urbana para determinar el papel de la vegetación urbana en la calidad ambiental.

Frecuencia Relativa

El comportamiento de las especies leñosas de mayor y menor frecuencia relativa en el arbolado urbano, se observa en la tabla 5, donde las especies de mayores son: *Thevetia peruviana* (65%), *Aleuritis moluccana* (55%), *Tabebuia angustata* (45%), *Morinda citrifolia* (40%), *Salix longipes* (35%), *Mangifera indica* (30%), *Citrus aurantium* (25%) y *Calophyllum mantillanum* (25%) y las menores: *Terminalia catappa*, *Akania belizensis*, *Citrus reticulata*, *Citrus grandis*, *Manilkara zapotilla*, *Roystonea regia* y *Tamarindus indica* (todas con 5%).

Tabla 5. Especies leñosas de mayor y menor frecuencia relativa en el arbolado urbano.

Mayor Frecuencia Relativa	(%)	Menor Frecuencia Relativa	(%)
<i>Gossypium barbadense</i>	20	<i>Albizia lebbbeck</i>	10
<i>Annona muricata</i>	20	<i>Terminalia catappa</i>	5
<i>Thevetia peruviana</i>	65	<i>Akania belizensis</i>	5
<i>Salix longipes</i>	35	<i>Citrus reticulata</i>	5
<i>Aleuritis moluccana</i>	55	<i>Citrus grandis</i>	5
<i>Mangifera indica</i>	30	<i>Manilkara zapotilla</i>	5
<i>Moringa oleifera</i>	20	<i>Roystonea regia</i>	5
<i>Citrus aurantium</i>	25	<i>Jatropha curcas</i>	5
<i>Morinda citrifolia</i>	40	<i>Erythrina glauca</i>	5
<i>Calophyllum antillanum</i>	25	<i>Ehretia tinifolia</i>	15
<i>Tabebuia angustata</i>	45	<i>Tamarindus indica</i>	5

En la ciudad, la plantación de árboles responde a muchas finalidades. En cualquiera de los casos, será imprescindible el perfecto conocimiento del carácter y de las limitaciones de las numerosas especies que pueden ser utilizadas, así como el entorno donde se ubicarán (suelo, etc.),

Estos valores coinciden con Perreira *et al.* (2019), al exponer que actualmente se plantan árboles en ciudades sin una planificación adecuada, una preparación correcta del suelo, una selección adecuada de especies, etc. Todo ello trae consigo posteriormente, árboles débiles y / o enfermos, árboles mal anclados al suelo que caen en cuanto se producen vientos fuertes, árboles podados drásticamente porque sus ramas dificultan el choque de edificios y casas y las raíces que invaden las conductas de agua.

También está de acuerdo con estos resultados Ho *et al.* (2015), al dejar claro que hoy en día cuando los árboles se plantan de manera inadecuada, producen diferentes

efectos: levantan aceras o agrietan muros, etc., estos problemas podrían previstos y solucionados con una adecuada planificación.

Índice de Valor de Importancia Ecológica

En la tabla 6 se observan las especies de mayor y menor índice de valor de importancia ecológica, donde las mayores están representada por: *Aleuritis moluccana* 35, 32%, *Thevetia peruviana* 33, 41%, *Ficus benjamina* 16,91%, *Morinda citrifolia* 15,29%, *Salix longipes* 13,98%, *Mangifera indica* 11,53%, *Calophyllum antillanum* 10, 58% y las menores: *Psidium guajava* 1,70%, *Akania belizensis* 1,71%, *Citrus grandis* 1,74%.

El interés en el manejo de árboles riesgo en los bosques urbanos, ha aumentado en años recientes debido a la seguridad y responsabilidad que resulta de prevenir accidentes. El reconocer árboles peligrosos y tomar acciones apropiadas pueden proteger propiedades y salvar vidas.

Gonçalves y Nogueira (2017) y Perreira *et al.* (2019), obtuvieron resultados similares.al dejar claro que los beneficios que provienen de las áreas verdes urbanas se pueden clasificar en ambientales, económicos y sociales, donde en materia ambiental se destaca la funcionalidad de los ecosistemas urbanos, que incluye al habitante de fauna silvestre y biodiversidad enriquecida,

Los mismos autores explican que la regulación del microclima, el control de la erosión, la contaminación del aire, el ruido y el aumento de la biodiversidad, en lo económico, sirven como medio de subsistencia o generación de ganancias y de materiales como alimentos, leña, forrajes, fibra, e incrementar el valor de los bienes inmuebles y en el ámbito social, contribuir a la salud física y mental, reflejada en sensaciones como relajación, libertad, alegría, inspiración, entre otras.

Tabla 5. Especies leñosas de mayor y menor índice de valor de importancia ecológica en el arbolado urbano.

Mayor Índice de Valor de Importancia Ecológica	(%)	Menor Índice de Valor de Importancia Ecológica	(%)
<i>Gossypium barbadense</i>	7,09	<i>Akania belizensis</i>	1,71
<i>Thevetia peruviana</i>	33,41	<i>Annona muricata</i>	1,89
<i>Salix longipes</i>	13,98	<i>Psidium guajava</i>	1,70
<i>Aleuritis moluccana</i>	35,32	<i>Ficus havanensis</i>	1,86
<i>Ficus benjamina</i>	16,91	<i>Citrus reticulata</i>	1,86
<i>Citrus reticulata</i>	10,52	<i>Citrus grandis</i>	1,74

<i>Mangifera indica</i>	11,53	<i>Manilkara zapotilla</i>	1,89
<i>Citrus aurantium</i>	8,79	<i>Jatropha curcas</i>	1,97
<i>Morinda citrifolia</i>	15,29	<i>Erythrina glauca</i>	1,80
<i>Calophyllum antillanum</i>	10,58	<i>Tamarindus indica</i>	1,88
<i>Ehretia tinifolia</i>	9,50		

En la Figura 6 se muestra la composición y abundancia de especies por grupo, cortando el dendrograma con una distancia de 25 % de similitud, donde se distinguen los racimos o grupos de parcelas.

El análisis del conglomerado permitió distinguir tres grupos según la composición y abundancia de las especies de flora leñosa en cada una de las parcelas, agrupando de la siguiente manera:

Grupo I (Transectos 1)

Grupo II (transectos 2, 3, 5, 7, 8, 4, 9, 10, 14, 13, 6, 15 y 16)

Grupo III (transectos 11, 17, 18, 19, 12 y 20)

Las especies más abundantes por grupo son:

Grupo I : *Azadirachta indica*, *Morinda citrifolia*.

Grupo II: *Aleuritis moluccana*, *Crescentia cujete*, *Morinda citrifolia*, *Gossypium barbadense*, *Annona muricata*, *Mangifera indica*, *Tabebuia angustata*, *Thevetia peruviana*, *Citrus limón*, *Ehretia tinifolia*, *Salix longipes*, *Gossypium barbadense*, *Morinda citrifolia*, *Cordia alliodora*, *Tamarindus indica*, *Ficus benjamina*, *Citrus aurantium*, *Tabebuia angustata*, *Roystonea regia*, *Calophyllum antillanum*, *Terminalia catappa*, *Albizia lebbek* y *Delonix regia*.

Grupo III: *Ficus benjamina*, *Calophyllum antillanum*, *Tabebuia angustata*, *Ehretia tinifolia*, *Thevetia peruviana*, *Morinda citrifolia*, *Cordia alliodora*.

El primer grupo presenta los transectos que se encuentran alejados entre sí en el área de estudio, donde las características florísticas son similares que justifican su ubicación en el dendrograma y se destaca que muchas especies no lo hacen combinar las características para formar parte de la silvicultura urbana.

Estos resultados corresponden a la investigación de Werneck *et al.* (2019), al exponer que en el milenio urbano, los silvicultores profesionales deberán combinar mejor la formación urbana y tradicional, además de que deben saber colaborar con especialistas en ordenación del territorio, constructores de vivienda, autoridades municipales, comités de desarrollo y habitantes pobres de las ciudades, también que estos mástiles son un activo económico, debidamente concebidos y gestionados, donde el conjunto de sus beneficios es fundamental para mantener un entorno propicio para la vida y la sostenibilidad.

El grupo II presenta un 25 de similitud compuesto por parcelas que están representadas en la ciudad, donde hay especies de frutos que deben formar parte de las propiedades familiares, que cobrarían su economía, lo que incide en el embellecimiento de la ciudad.

Los grupos III, se encuentran solo con unas cuatro parcelas, donde no tiene condiciones similares según su desarrollo fisiológico, las condiciones edafoclimáticas, donde muchas de las especies no son propias de esta función de embellecimiento en la ciudad, lo que están provocando diferentes daños: a la calle, a la casa, a la tendencia eléctrica, además se observa que muchas veces no se le aplican tratamientos silvícolas.

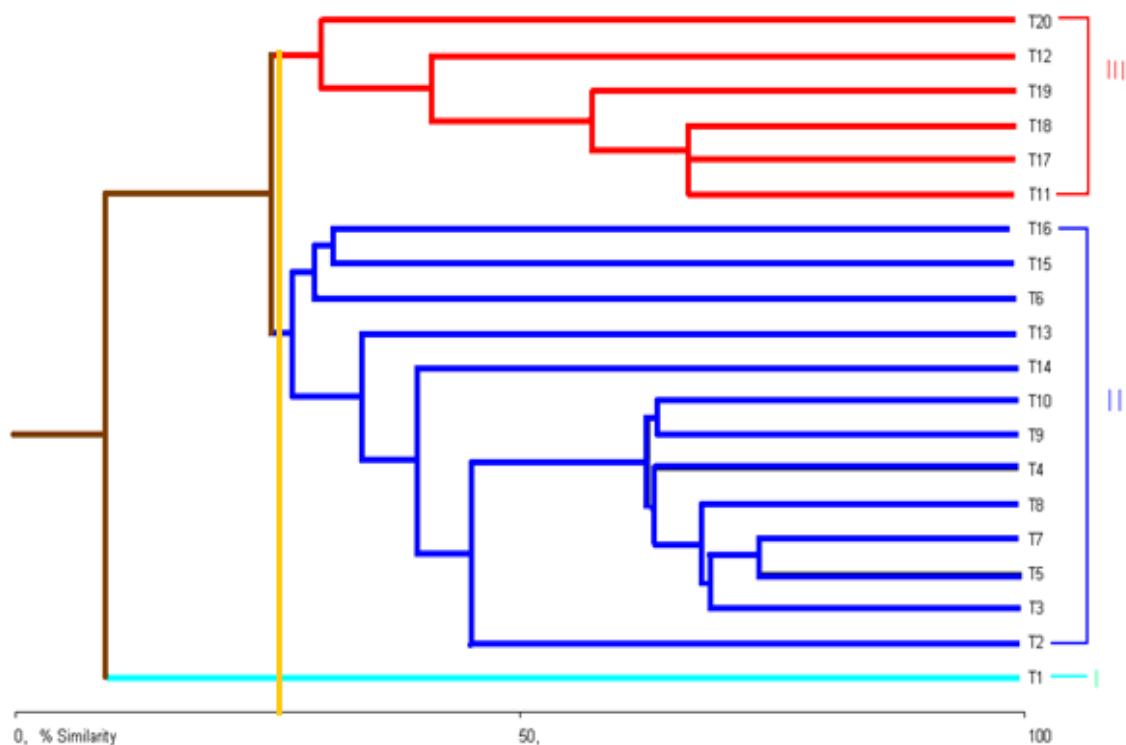


Figura 5. Análisis de conglomerados.

Individuos por clases diamétricas en el arbolado urbana

En la Figura 6 se observa el total de individuos por clases diamétricas en el arbolado urbano, donde los diámetros mayores la 34 (92 individuos), 36 (90), 30 (80), 24 (80), 22 (60), 32 (60), 30 (50), 38 (47), 2 (42), 4 (30), 20 (20) y 6 (20) y las menores son: la 14 (8), 8 (10), 12 (10), 10 (13) y 16 (15).

Se puede observar que las clases diamétricas no se comportan de forma equilibrada, obteniendo un menor número de individuos en las inferiores y las mayores no tienen una buena homogeneidad, porque no se realiza un manejo adecuado: poda, temporada, profundidad de siembra con buen contenido de materia orgánica y manejo de plagas y enfermedades. Estos resultados coinciden con Novais *et al.* (2017), al exponer que cuando no se trabaja de manera organizada, se traen, más tarde, árboles débiles y / o enfermos, árboles mal anclados al suelo que caen apenas se producen vientos fuertes, árboles podados drásticamente por su Las ramas entorpecen los edificios y las casas colindantes.

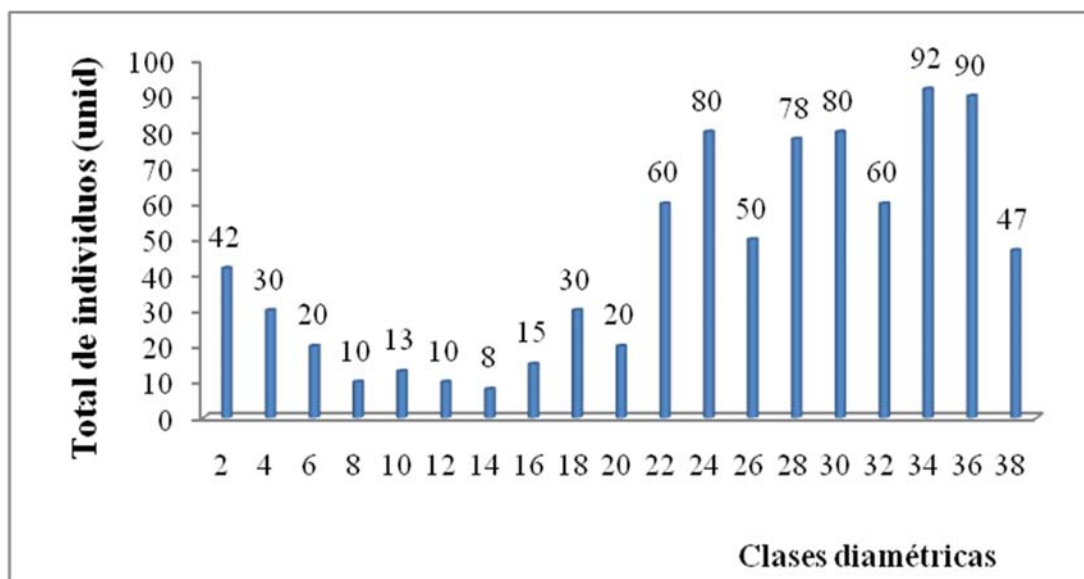


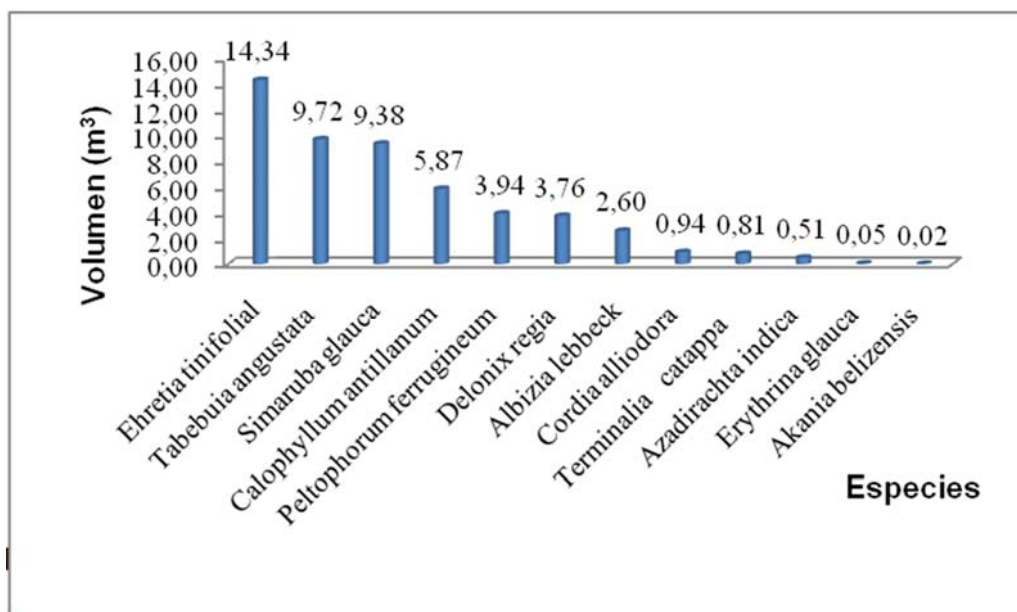
Figura 6. Total de individuos por clases diamétricas en el arbolado urbano.

También está de acuerdo con los resultados obtenidos Ho *et al.* (2015), al exponer que la poda y tala de árboles urbanos protege a los árboles, donde su proyección y protección son parte de las estrategias urbanísticas territoriales.

Comportamiento del volumen de las especies forestales

En la Figura 7 se observan los índices dasométricos medios de las especies de valor económico en el arbolado urbano, donde los mejores volúmenes de madera en m³ son:

Ehretia tinifolia 14,34 m³, *Tabebuia angustata* 9,72 m³, *Simaruba glauca* 9,38 m³, *Calophyllum antillanum* 5,87 m³, *Peltophorum ferrugineum* 3,94 m³, *Delonix regia* 3,76 m³ y *Albizia lebeck* 2,60 m³.



Estos resultados coinciden con Guza *et al.* (2017) y Santos *et al.* (2018) al exponer que el propósito del manejo arbóreo es aprovechar la contribución actual y potencial que pueden hacer al bienestar de la población urbana, tanto desde el punto de vista fisiológico, sociológico y económico, que también incluye a los habitantes de especies animales silvestres, además de oportunidades para la fumigación al aire libre, el diseño del paisaje, la recuperación de desechos a nivel municipal, el cuidado de los árboles en general y la producción de fibra de madera como materia prima.

Resultados similares obtuvieron Jiménez (2009), al explicar que cuando se aplica la silvicultura urbana, apropiadamente con los árboles que reúnen las características, los diferentes bienes y servicios que la silvicultura urbana puede brindar son impresionantes. Los árboles y los espacios verdes ayudan a mantener frescas las ciudades y actúan como filtros naturales y como factores de absorción de ruido, mejoran el microclima y sirven para proteger y elevar la calidad de los recursos naturales: suelo, agua, vegetación y fauna. Los árboles contribuyen considerablemente

al atractivo estético de las ciudades, ayudando así a mantener la salud psíquica de sus habitantes.

Jiménez *et al.* (2007), debido a estos resultados, también explican que cuando los árboles que cumplen con las características no se plantan, causan diferentes problemas: cómo causar daños estructurales a los edificios, aceras, obstrucción del suministro de energía solar, afecta al agua, líneas de suministro eléctrico, fugas de basura y en ocasiones incluso vandalismo, si no se les da el cuidado y mantenimiento que requieren.

En la tabla 7 se observan que existen diferentes de especies que deben y no deben estar en el arbolado urbano, debido a las características fisiológicas de cada una de ella, que deben adaptarse a las condiciones edafoclimáticas y cumplir un grupo de requerimiento para las funciones de paisajismo y que no realicen afectaciones dentro de la ciudad, además que permitan mantener la biodiversidad.

Tabla 7. Especies que se deben tener en cuenta dentro del arbolado.

Especies que deben estar en el arbolado urbano	Especies que no deben estar en el arbolado urbano
<i>Albizia lebbbeck</i> <i>Terminalia catappa</i> <i>Azadirachta indica</i> <i>Thevetia peruviana</i> <i>Akania belizensis</i> <i>Aleuritis moluccana</i> <i>Peltophorum ferrugineum</i> <i>Delonix regia</i> <i>Simaruba glauca</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Moringa oleifera</i> <i>Calophyllum antillanum</i> <i>Jatropha curcas</i> <i>Erythrina glauca</i> <i>Tabebuia angustata</i> <i>Ehretia tinifolia</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Cordia alliodora</i>	<i>Gossypium barbadense</i> <i>Annona muricata</i> <i>Salix longipes</i> <i>Annona muricata</i> <i>Psidium guajava</i> <i>Crescentia cujete</i> <i>Ficus havanensis</i> <i>Citrus limon</i> <i>Citrus reticulata</i> <i>Mangifera indica</i> <i>Moringa oleifera</i> <i>Citrus aurantium</i> <i>Citrus grandis</i> <i>Manilkara zapotilla</i> <i>Morinda citrifolia</i> <i>Roystonea regia</i> <i>Citrus Grandis</i> <i>Manilkara zapotiya</i>
	Resultado s similares obtuvo

Jiménez (2009), al explicar que cuando se aplica la silvicultura urbana, adecuadamente con los árboles que reúnen las características, se proporcionan diferentes bienes y servicios que puede proporcionar la Silvicultura Urbana, es impresionante. Los árboles

y los espacios verdes ayudan a mantener frescas las ciudades y actúan como filtros naturales y como factores de absorción de ruido, mejoran el microclima y sirven para proteger y elevar la calidad de los recursos naturales: suelo, agua, vegetación y fauna. Los árboles contribuyen en medida considerable al atractivo estético de las ciudades, ayudando de tal modo a mantener la salud síquica de sus habitantes.

Jiménez *et al.* (2007) en función de estos resultados, también explican que cuando no se plantan los árboles que reúnan las características, provocan diferentes problemas: como son el de provocar daños estructurales a edificios, aceras, obstrucción del suministro de energía solar, afectaciones a líneas del suministro eléctrico, vaciado de basura y en ocasiones hasta son objeto de vandalismo, si no se les da el cuidado y mantenimiento que requieren.

Otras especies propuestas en el arbolado urbano

En la tabla 8, se observan otras especies propuestas del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo, donde las mismas no se encontraban dentro del estudio que se realizó, pero cumplen con las características necesarias para lograr un desarrollo sostenible, dentro de la ciudad.

Con estos resultados coincide Ruso (2007), al dejar claro que cuando se lleva a cabo la Silvicultura Urbana, de forma eficiente, es necesario considerar además las especies idóneas a plantar, el régimen climático y otros factores tales como:

1. Sitio y tenencia del lugar,
2. Preparación del sitio a plantar,
3. Plantación y mantenimiento temprano de los árboles (material de plantación adecuado, técnicas de plantación, aplicación de abono vegetal y riego, eliminación de malezas, estaquillado, curado y protección de los árboles (podados), eliminación de residuos de árboles,
4. Inventario actualizado de árboles urbanos (especies, edad, tamaño, etc.),
5. Aprovechamiento de los individuos maduros y sobremaduros que se deban sustituir.

La misma autora también deja claro, con respecto a estos resultados que la Silvicultura Urbana requiere de un enfoque planificado, integrado y sistemático del ordenamiento de los árboles tanto en la zona urbana dentro de la ciudad como en la periurbana, para que pueda hacer un aporte efectivo al bienestar fisiológico y sociológico de la sociedad urbana.

Tabla 8. Otras especies propuestas del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo.

Nombres vulgares	Nombres científicos	Familia
Roble pentaphylla	<i>Tabebuia pentaphylla</i>	Bignonaceae

Baria	<i>Cordiageras canthus</i>	Boraginaceae
Caoba antillana	<i>Swietenia mahogoni</i>	Malvaceae
Caoba de Honduras	<i>Swietenia macrophylla</i>	Malvaceae
Almendra	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae
Roble blanco	<i>Tabebuia angustata</i>	Bignonaceae
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Cesalpinaceae
Guásima	<i>Guazuma tomentosa</i>	Sterculiaceae

Carbono retenido en el arbolado urbano del centro de la ciudad de Guantánamo

Las especies del estudio tabla 9, retienen un total de 6 496,48 t de carbono, a razón de 6,74 t por individuo sobresaliendo en su aporte el falso nogal, roble prieto y roble blanco con una retención de 2 106,32, 1 065,39 y 598,89 t de carbono respectivamente. El resto de las especies mantiene una retención entre las 0,65 y 307,59 t, constituyendo estas especies en su conjunto un almacén de carbono lo que a su vez permite que se les considere como una estrategia de conservación y de reducción de CO₂. De hecho, según Nowak *et al.* (1998), en términos de reducción del CO₂ atmosférico, los árboles en áreas urbanas ofrecen el doble beneficio: el almacenamiento directo de carbono y la disminución de la producción de CO₂ por parte de las plantas de energía que utilizan combustibles fósiles.

También de acuerdo con Nowak (1996) los árboles funcionan como sumidero de CO₂ atmosférico, por ende, su incremento en términos de cantidad, permite reducir la concentración de gases de efecto invernadero.

Se ha estimado que las plantaciones han originado una absorción de 6 496,48t de carbono, contribuyendo con ello a disminuir el exceso CO₂ de la atmósfera, reflejado este tributo en 23 842,08 t CO₂ equivalente no emitidas a la atmósfera. Estos resultados permiten validar el criterio universal de que los bosques son sumideros naturales de carbono, como lo ha defendido Brown (2002), quedando demostrada la importancia de las especies forestales, por su aporte a la retención de carbono.

Este estudio permitirá desarrollar un sistema de manejo del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo, si sus resultados son dirigidos a evaluar el proceso de contaminación atmosférica de la ciudad de forma costo efectiva ya que en términos de remoción, emisión y almacenamiento de carbono; elemento este clasificado como un gas efecto invernadero, el incremento de los árboles en la ciudad se convierten en una medida para mitigar el cambio climático y descontaminación con bajos costos de implementación y resultados eficientes, por lo que se debe manejar de manera sostenible el arbolado existente ya que un manejo inadecuado de la biomasa se materializa en un detrimento de la calidad de vida de las personas.

Tabla 9. Cálculo de carbono retenido en el arbolado urbano del centro de la ciudad de Guantánamo.

Nombres Científicos	Total de especies	Volumen (m ³)	Densidad (kg / m ³)	Biomasa Fuste (t)	FEB	Biomasa aérea (t)	Biomasa raíces (t)	Biomasa Total (t)	Fracción de Carbono	Carbono total en la Biomasa (t)
<i>Albizia lebeck</i>	3	2,60	490	1,27	1,74	2,22	0,66	2,88	46,37	133,54
<i>Gossypium barbadense</i>	12	0,02	490	0,01	1,74	0,01	0,00	0,02	47,08	0,90
<i>Terminalia catappa</i>	1	0,81	830	0,67	1,74	1,16	0,35	1,51	47,38	71,69
<i>Annona cherimola</i>	8	0,07	490	0,03	1,74	0,06	0,02	0,08	47,08	3,54
<i>Azadirachta indica</i>	7	0,51	610	0,31	1,74	0,54	0,16	0,70	49,74	35,04
<i>Thevetia peruviana</i>	326	0,77	490	0,38	1,74	0,66	0,20	0,86	47,08	40,28
<i>Pieris cubensis</i>	65	0,11	450	0,05	1,74	0,09	0,03	0,12	47,08	5,50
<i>Akania belizensis</i>	1	0,02	490	0,01	1,74	0,02	0,01	0,02	47,08	1,06
<i>Juglans jamaicensis</i>	91	41,37	490	20,27	1,74	35,27	10,58	45,85	45,94	2106,32
<i>Peltophorum ferrugineum</i>	3	3,94	736	2,90	1,74	5,05	1,51	6,56	46,88	307,59
<i>Delonix regia</i>	3	3,76	713	2,68	1,74	4,67	1,40	6,07	46,88	284,50
<i>Simarouba glauca</i>	10	9,38	595	5,58	1,74	9,71	2,91	12,63	46,88	592,01
<i>Annona muricata</i>	4	0,16	650	0,11	1,74	0,19	0,06	0,24	47,08	11,42
<i>Psidium guajava</i>	1	0,00	490	0,00	1,74	0,00	0,00	0,00	47,08	0,14
<i>Crescentia cujete</i>	7	0,16	633	0,10	1,74	0,18	0,05	0,23	46,88	10,78
<i>Ficus crocata</i>	3	0,23	390	0,09	1,74	0,16	0,05	0,20	46,88	9,50
<i>Ficus benamina</i>	54	0,08	650	0,05	1,74	0,09	0,03	0,12	47,08	5,57
<i>Citrus limon</i>	15	0,01	490	0,01	1,74	0,01	0,00	0,02	47,08	0,75
<i>Citrus reticulata</i>	5	0,07	490	0,03	1,74	0,06	0,02	0,08	47,08	3,54
<i>Mangifera indica</i>	11	3,47	550	1,91	1,74	3,32	1,00	4,32	47,08	203,33
<i>Moringa oleifera</i>	5	0,32	490	0,16	1,74	0,27	0,08	0,35	47,08	16,64
<i>Citrus aurantium</i>	13	0,02	710	0,01	1,74	0,02	0,01	0,03	47,08	1,31
<i>Citrus sinensis</i>	2	0,01	590	0,01	1,74	0,01	0,00	0,01	47,08	0,65
<i>Manilkara zapotilla</i>	1	0,81	910	0,73	1,74	1,27	0,38	1,66	47,08	78,03
<i>Morinda citrifolia</i>	42	0,90	490	0,44	1,74	0,77	0,23	1,00	47,08	47,12
<i>Calophyllum antillanum</i>	7	5,87	759	4,45	1,74	7,75	2,33	10,08	48,75	491,16
<i>Roystonea regia</i>	3	1,93	960	1,85	1,74	3,22	0,97	4,19	46,88	196,25
<i>Jatropha curcas</i>	4	0,31	300	0,09	1,74	0,16	0,05	0,21	46,88	9,89
<i>Erythrina crista</i>	3	0,05	612	0,03	1,74	0,06	0,02	0,07	46,88	3,50
<i>Tabebuia angustata</i>	40	9,72	555	5,40	1,74	9,39	2,82	12,20	49,07	598,89
<i>Ehretia tinifolia</i>	18	14,34	693	9,94	1,74	17,29	5,19	22,48	47,42	1065,79
<i>Tamarindus indica</i>	1	0,55	750	0,41	1,74	0,72	0,21	0,93	47,08	43,80
<i>Cordia alliodora</i>	5	0,94	699	0,66	1,74	1,14	0,34	1,49	46,02	68,44
Total	769	103,3127		60,6564		105,54	31,66	137,2		6448,47
<i>Por individuo</i>		0,1077		0,0634		0,11	0,03	0,14		6,74

Leyenda: FEB (Factor de expansión de la biomasa).

4.3. Determinación del comportamiento económico del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo

En la Tabla 10 se muestra la evaluación de los indicadores económicos de árboles arbolados en las principales calles del centro de la ciudad, donde se encontró que el valor económico promedio es de 15 885 000 moneda nacional, es decir, 53 305,07 dólares estadounidenses. Valor influenciado por el número de individuos encontrados en las calles del árbol urbano, además de estar influenciado por el predominio de árboles en las diferentes clases diamétricas, también, en base al valor obtenido el alto predominio de especies exóticas raras.

Tabla 10. Evaluaciones de los indicadores económicos de árboles urbanos en el centro de la ciudad de Guantánamo.

Especies	Diametro medio	DAP	Fsp	Fes	Csp	L	Multiplicación	Salario mínimo	Valoración económica	Dolares
<i>Albizia lebeck</i>	47,10	5	4	2	3	3	360	2500	900 000	3 020,13
<i>Gossypium barbadense</i>	4,59	1	3	2	3	3	54	2500	135 000	453,02
<i>Terminalia catappa</i>	27,76	3	4	2	3	3	216	2500	540 000	1,812,08
<i>Annona muricata</i>	9,95	1	6	2	3	3	108	2500	270 000	906,04
<i>Azadirachta indica</i>	21,70	3	4	2	3	3	216	2500	540 000	1 812,08
<i>Thevetia peruviana</i>	3,61	1	6	2	3	3	108	2500	270 000	906,04
<i>Salix longipes</i>	3,38	1	3	2	3	3	54	2500	135 000	453,02
<i>Akania belizensis</i>	12,00	2	3	2	3	3	108	2500	270 000	906,04
<i>Aleuritis moluccana</i>	37,24	4	4	2	3	3	288	2500	720 000	2 416,11
<i>Peltophorum ferrugineum</i>	41,70	5	4	2	3	3	360	2500	900 000	3 020,13
<i>Delonix regia</i>	64,15	7	4	2	3	3	504	2500	1 260 000	4 228,19
<i>Simaruba glauca</i>	48,47	5	4	2	3	3	360	2500	900 000	3 020,13
<i>Annona muricata</i>	13,80	2	3	2	3	3	108	2500	270 000	906,04
<i>Psidium guajava</i>	4,40	1	3	2	3	3	54	2500	135 000	453,02
<i>Crescentia cujete</i>	9,34	1	3	2	3	3	54	2500	135 000	453,02
<i>Ficus havanensis</i>	16,83	2	3	2	3	3	108	2500	270 000	906,04

<i>Ficus benjamina</i>	2,40	1	3	2	3	3	54	2500	135 000	453,02
<i>Citrus limon</i>	3,20	1	3	2	3	3	54	2500	135 000	4 53,02
<i>Citrus reticulata</i>	7,30	1	3	2	3	3	54	2500	135 000	4 5302
<i>Mangifera indica</i>	31,93	4	4	2	3	3	288	2500	720 000	2 416,11
<i>Moringa oleífera</i>	13,49	2	3	2	3	3	108	2500	270 000	906,04
<i>Citrus aurantium</i>	5,49	1	3	2	3	3	54	2500	135 000	453,02
<i>Citrus grandis</i>	6,05	1	3	2	3	3	54	2500	135 000	453,02
<i>Manilkara zapotilla</i>	42,20	5	3	2	3	3	270	2500	675 000	2265,10
<i>Morinda citrifolia</i>	9,57	1	3	2	3	3	54	2500	135 000	453,02
<i>Calophyllum antillanum</i>	51,20	6	4	2	3	3	432	2500	1 080 000	3624,16
<i>Roystonea regia</i>	36,47	4	5	2	3	3	360	2500	900 000	3020,13
<i>Jatropha curcas</i>	19,85	2	4	2	3	3	144	2500	360 000	1208,05
<i>Erythrina glauca</i>	10,33	1	4	2	3	3	72	2500	180 000	604,03
<i>Tabebuia angustata</i>	40,89	4	4	2	3	3	288	2500	720 000	2416,11
<i>Ehretia tinifolia</i>	41,66	5	4	2	3	3	360	2500	900 000	3020,13
<i>Tamarindus indica</i>	42,00	5	4	2	3	3	360	2500	900 000	3020,13
<i>Cordia alliodora</i>	39,86	4	4	2	3	3	288	2500	720 000	2416,11
Total									15885000	53305,37

Los valores obtenidos de los individuos ponderados pueden responder a la necesidad, por parte, de la entidad gestora ambiental de la ciudad de Guantánamo de generar un mecanismo coercitivo, que le permita imponer sanciones económicas cuando las personas atacan a los individuos que forman parte de la vegetación arbórea urbana, o cobrar un valor monetario cuando determinadas entidades, o personas eliminan a algunos individuos por distintas circunstancias, siendo evaluados con criterios técnicos

Además, cuando se trata de especies que causan daños a la infraestructura actual, o que pueden generar riesgos a la población, como es el caso de individuos con riesgo de refinanciamiento, se deben realizar diferentes manejos para lograr un desarrollo sustentable, donde podar un corto, mediano y largo plazo, además coinciden con estos resultados Salbitano *et al.* (2017), al dejar claro que los beneficios que brindan las áreas verdes urbanas se pueden clasificar en ambientales, económicos y sociales.

4.4. Propuesta de recuperación del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo

Acciones operativas de la propuesta de recuperación:

1. Realizar reuniones con la dirección de la empresa de comunales del municipio de Guantánamo.
2. Divulgar en los directivos la toma de decisiones sobre la organización del trabajo de dirección que incluya en la sostenibilidad de la silvicultura urbana.
3. Capacitar al personal que se dedicará a la implementación del arbolado de la silvicultura urbana
4. Seleccionar las semillas que cumplan con la calidad requerida y que las plantas se adapten a las condiciones edafoclimáticas de acuerdo al comportamiento fisiológico.
5. Accionar con la dirección de la empresa en la determinación de las especies que cumplieron con los objetivos de la silvicultura urbana.
6. Establecer viveros forestales con aplicación de productos biológicos que permitan el logro de planta resistente en la zona con alta calidad.
7. Establecer plantaciones de especies forestales adaptadas a las condiciones edafoclimáticas y el manejo mediante tratamientos silviculturales y medidas de conservación de los suelos.
8. Dedicar un personal a nivel de empresa que garantice el manejo sostenido del arbolado de la silvicultura urbana

En la tabla 11 se observa el plan operativo para darle cumplimiento a la propuesta de recuperación del arbolado urbano a corto, mediano y largo plazo, con los recursos necesarios de la ciudad de Guantánamo.

Tabla 11. Instrumento de funcionamiento para la propuesta de recuperación del arbolado urbano del centro de la ciudad de Guantánamo. Plan operativo.

Acciones	Responsable	Participan	Fecha	Mínimo de recursos necesarios
1. Realizar reuniones con la dirección de la empresa de comunales del municipio de Guantánamo.	Dirección de la empresa	Trabajadores especializados	Septiembre 2021	Planos cartográficos y plan de infraestructura
2. Divulgar en los directivos la toma de decisiones sobre la organización del trabajo de dirección que incluya en la sostenibilidad de la silvicultura urbana.	Especialista de silvicultura urbana	Dirección de la empresa	Octubre 2021	Medios de computo
3. Capacitar al personal que se dedicará a la implementación del arbolado de la silvicultura urbana.	Especialista de silvicultura urbana	Trabajadores especializados	2021 al 2030	Medios de computo
4. Seleccionar las semillas que cumplan con la calidad requerida y que las plantas se adapten a las condiciones edafoclimáticas de acuerdo al comportamiento fisiológico.	Especialista de silvicultura urbana	Trabajadores especializados	2021	Medios de transporte y de instrumentos de trabajos
5. Accionar con la dirección de la empresa en la determinación de las especies que cumplieron con los objetivos de la silvicultura urbana.	Especialista de silvicultura urbana	Dirección de la empresa	2021	Medios de transporte

<p>6. Establecer viveros forestales con aplicación de productos biológicos que permitan el logro de planta resistente en la zona con alta calidad.</p>	<p>Especialista de silvicultura urbana</p>	<p>Trabajadores especializados</p>	<p>2022</p>	<p>Productos biológicos, envases y medios de transporte</p>
<p>7. Establecer plantaciones de especies forestales adaptadas a las condiciones edafoclimáticas y el manejo mediante tratamientos silviculturales y medidas de conservación de los suelos.</p>	<p>Especialista de silvicultura urbana</p>	<p>Trabajadores especializados</p>	<p>Mayo y octubre de 2022 al 2024</p>	<p>Medios de transporte y instrumentos de trabajos</p>
<p>8. Dedicar un personal a nivel de empresa que garantice el manejo sostenido del arbolado de la silvicultura urbana.</p>	<p>Director</p>	<p>Trabajadores especializados</p>	<p>2021 al 2030</p>	<p>Instrumentos de trabajos</p>

Conclusiones

V. CONCLUSIONES

1. Los principales problemas sociales que afectan el arbolado urbano son el conocimiento de sus funciones, el estado de los árboles, las medidas de reforestación, la poda, las características y el conocimiento de la silvicultura urbana.
2. Las familias de mayor riqueza de especies fueron: Apocynaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae y las especies de mejor comportamiento ecológico son: *Aleuritis moluccana*, *Thevetia peruviana*, *Ficus benjamina* y las menores: *Psidium guajava*, *Akania belizensis* y *Citrus grandis*.
3. El comportamiento económico del arbolado urbano está influenciado por el mal manejo que se le realiza, el conocimiento de sus funciones y las características de cada especie.
4. Se definieron acciones ocho y un plan operativo a cumplir acorto, mediano y largo plazo con la dirección de la Empresa Comunes.

Recomendaciones

VI. RECOMENDACIONES

- Que la dirección de la empresa coordine con el personal involucrado para la implementación de la propuesta a cumplir a corto, mediano y largo plazo.
- Continuar realizando este trabajo de acciones de recuperación del arbolado urbano en otras zonas de la ciudad de Guantánamo.

Referencias Bibliográficas

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahrens, S., Barcellos, A., Conceição, J., Conte, P., Karvat, S., Leal, L., Lubaszewski, E., Mazuchowski, J., Medeiros, M. & Wojcikiewicz, C. 2012. Manual para elaboração do plano municipal de arborização urbana. Comitê de Trabalho Interinstitucional para Análise dos Planos Municipais de Arborização Urbana no Estado do Paraná. Paraná: s.n. Disponível en: http://www.meioambiente.mppr.mp.br/arquivos/File/planejamento_estrategico/6_Manual_PMARB.pdf» Consultado: 24 de Agosto de 2017.
- AiubApud, D. 2020. Evaluación de la diversidad clásica y funcional del arbolado urbano de la ciudad de La Rioja, Argentina. (Tesis de posgrado). Bernal, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/2580>. Pág. 119.
- Arencibia, M. y Sánchez, C. 2005. Proceso de solución de problemas en grupo. Material compilatorio. Universidad de Granma (Inédito). 67 pp.
- Aldana, E. 2010. Medición Forestal. Editorial: Félix Varela. La Habana. 265p.
- Álvarez, A. 2010. Riesgos que enfrentan las formaciones de montaña por los efectos del cambio climático: el Bosque nublado y el Bosque fresco. Suproyecto 12.69.02. Vulnerabilidad de los bosques naturales cubanos al cambio climático y estrategias de adaptación. Proyecto 11.69.segunda Comunicación nacional del cambio climático. Subsector Forestal. Instituto de Investigaciones Forestales, La Habana. 20p.
- Álvarez, P. A. y Varona, J. C. 2006. Silvicultura. Editorial Félix Varela. La Habana, 354p
- Beals, W. 1984. Bray-Curtis ordination: an effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Advances in Ecological Research* 14. P: 1- 55.
- Biondi, D. 2000. Curso de arborização urbana. Curitiba: [s.n.]. Brazil. 45 p.

- Borelli, S., Conigliaro, M. y Pineda, F. 2018. Organización de las Naciones Unidas Forthère Alimentación y la Agricultura, Unasylva, Bosque y costades ciudades. Revista internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales Vol. 69 2018/1. ISSN0251-1584. páginas.84-250.
- Brown, S. 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. Environmental Pollution 116: 363-372 [en línea]. Disponible en: <http://www.winrock.org/ecosystems/files/2002ForestCarbon.pdf> [Consulta: 10 de diciembre 2010].
- Calfaro, c. 2020. Propuesta técnica de manejo para el arbolado urbano del distrito de San Vicente del Cantón de Moravia, San José, Costa Rica. Trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Forestal. pág. 84.
- Calero, A. (1978). Técnicas de muestreo. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 514p.
- Casaubon, E. 2008. Arbolado urbano en el municipio Gilbert, Entre Ríos. Argentina. Disponible en: (file:///J:\Arbolado urbano.htm). Consultado. 17 de enero de 2014.
- Castillo, V. 2007. Árboles de Riesgo en tres áreas de la Universidad Autónoma de Chapingo. México. Tesis en Opción al título de Ingeniero en Restauración Forestal.
- Castillo, L. y Ferro, J. 2015. La problemática del diseño con árboles en vías urbanas: "verde con respuntes negros" The Problem in the Designing of Trees in Urban Areas: "A Chaotic Situation". 20 p
- Cruz, Y. 2010. Metodología para la elaboración de estrategias de comercialización forestal sostenible en Cuba. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saiz Montes de Oca". Facultad de Forestal y Agronomía. Departamento Forestal. Pinar del Río. 122 pag.

- CEMEG (Companhia Energética de Minas Gerais) 2011. Manual de plantación de árboles. Belo Horizonte: Fundación Cemig / Biodiversitas, Brasil. 112 p. ISBN: 978-85-87929-46-4.
- Centella, A. y A. Bezanilla. 2008. Segunda comunicación a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Escenarios climáticos simulados generados con el Modelo Climático Regional PRECIS para el ejercicio de integración Sur de la Habana. Instituto de Meteorología (INSMET), Ciudad del Habana, Cuba. 39 p (Inédito).
- Decurcio, P. I. 2013. Arborização urbana: Problemas e benefícios. Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 6ª Edição nº 006 Vol.01/2013 - dezembro. 15 p. ISSN: 2179-5568.
- Diário da República. 2019. Órgão Legal da República de Angola. Decreto Presidencial nº 13/19 de 9 de Janeiro. Artigo 7º. Luanda. p 2620.
- Dixon, R., Brown, S., Houghton, R., Solomon, A., Trexler, M. y Wisniewski, J. 1994. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. Science 263: 185-190.
- FAO. 2006. Las funciones del bosque en el cambio climático [en línea] Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/site/17827/sp> [Consulta: 20 de febrero 2020].
- FAO. 2018. Bosques y ciudades sostenibles. Foro Mundial sobre Bosques Urbanos Mantua (Italia), 28 de noviembre al 1º de diciembre de 2018. Revista internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales Vol. 69 2018/1. 88 p
- FAO. 2020. El estado de los bosques del mundo. Los bosques la biodiversidad y las personas. 32p
- Fernández, L. y Macías, J. 2008. Diseño e implantación de áreas verdes en la facultad de ingeniería agrícola, de la Universidad Técnica de Manabí en la Parroquia Lodana, Cantón Santa Ana, provincia de Manabí. Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrícola. 124 p.

- Ferreira, U., Cavaleiro, A., Ferreiro, A. y Riveiro, P. 2013 Manual de Arborização Urbana Orientações & Procedimentos Tecnicos Basico Para Implantação & Manutenção da Arborização da cidade do Recife. Secretaria do Meio Ambiente & Sustentabilidade –SEMAM-Prefeitura da cidade do Recife.71p.
- Figueroa, C., Etchevers J. D., Velásquez, A. y M. Acosta. 2005. Concentración de carbono en diferentes tipos de vegetación de la Sierra norte de Oaxaca. Terra 2: 57-64.
- Finol, V. H, 1971. Nuevos parámetros a considerar en el análisis estructural de los bosques vírgenes tropicales, Revista Forestal Venezolana, 42 pp.
- Fonseca, W., Alice, F. E. y J. M. R. Benayas. 2011. Carbon accumulation in aboveground and belowground biomass and soil of different age native forestplantations in the humid tropical lowlands of Costa Rica [enlínea] Disponibleen:
http://www2.uah.es/josemrey/Reprints/Fonseca_CarbonAccumulationPlantations_NewForests_2011_withcover.pdf [Consulta: 21 de mayo 2012].
- Gilchrist, k. 2015. Promoting wellbeing through environment: the role of urban forestry ForestryComission UK, 2015. Disponívelem: <http://www.forestry.gov.uk/pdf/Trees-people-and-the-buit-environment_Gilchrist.pdf>. Consultado. 13 de marzo de 2018.
- Gonçalves,W., & Nogueira, H. 2017. Série Árvores para Ambiente Urbano, 2ª Edição, Aprenda Facil editoraViçosa, MG. 271p.
- Henry, E. 2015. Propuesta de recuperación del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo. Trabajo de Diploma. Carrera Ing. Forestal, Universidad de Guantánamo. Pág. 19.
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D., Rivero, L., Camacho, E., Ruiz, J. E., Marsán, R., Obregón, A., Torres, J. M., González, J. E., Orellana, R., Paneque, J., Mesa, A., Fuentes, E., Durán, J. L., Pena, J., Cid, G., Ponce, D., Hernández, M., Frómata, E., Fernández, L., Garcés, N., Morales, M. y Suárez, E. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. 115 pp.

- Herrero, J., Linares, E., Palenzuela, L. y Diago, I. 2006. Tendencias y perspectivas de Sector Forestal hasta el año 2020. Revista Forestal Baracoa, Número Especial. 3-13 p.
- Ho, I., Kovalsyki, B., Zamproni, K. y Biondi, D. 2015. Percepção dos moradores sobre a arborização de ruas da região central de Mandirituba/PR. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, v. 10, n. 3, p. 14-23.
- Hoyos, M. F. 2003: «Propuesta metodológica para la valoración económica del árbol urbano», trabajo de diploma en opción al título de Especialista en Gestión Agroambiental, Universidad Nacional de Colombia. Pág. 78.
- IAP (Instituto Ambiental do Paraná). 2009. Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras para o Estado do Paraná Portaria. IAP nº 125, Curitiba: S.N. Acceso em: 09/08/2014. Disponível em: «http://www.portalangop.co.ao/angola/pt_pt/noticias/ambiente/2013/4/22/Ministra-Ambiente-constata-execucao-projectos». Consultado 09 de Agosto de 2018.
- Izquierdo, K. y Cáceres, A. 2019. Estado actual del arbolado urbano en la ciudad Sandino, Pinar del Río, Cuba. BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología, 12(45): 846-854, 2019 (enero-marzo). ISSN: 2007-2082. <http://revistas.unam.mx/index.php/biocyt>. Publicada en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 10p
- Jacobi, C. M. 2003. Ecología urbana: Bases ecológicas para el desarrollo sostenible.S.l.: S.n.. Disponible en: «<http://www.icb.ufmg.br/big/beds/arquivos/ecourbana.pdf>». Consultado el 12/10/2019
- Jiménez, M. 2009. Desarrollo de la Silvicultura Urbana en Cuba. Perspectivas. Revista Agricultura Orgánica Vol. 3. Disponible: http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95...3/18%20Perspectivas.pdf. Revisado 25 /3/2020.
- Jiménez, M. Manzanares, K. y Mesa K. 2015. Diagnóstico del arbolado urbano en la circunscripción 71, municipio Plaza de la Revolución, Habana, CUBA. Revista Forestal Baracoa vol. 34 (1), enero/junio. 10p

- Jiménez, M., Manzanares, K., Sordo, O., Echavarría, K., López, C. y Cuesta, M. 2007. El potencial del árbol en la agricultura urbana. Informe Final Proyecto Ramal de Ciencia y Técnica Código 01.18 Instituto de Investigaciones Forestales (IIF) - 2002-2006. La Habana, Cuba. 16-
- Biondi, D. 2000. Curso de forestación urbana. Curitiba: [s.n.]. Brasil. 45 p.
- Jobe, M. J. 2018. Conservación y uso de la biodiversidad en la República Argentina. Algunas consideraciones sobre la actividad turística. Revista Científica de la Universidad de Belgrano, V 1, N° 1, 2018. 107-117p
- Julia, F. Elba, G. 2017. Funciones y pautas de convivencia con el arbolado urbano en dunas costeras, Argentina. Revista de Tecnología | Journal of Technology | Volumen 16 | Número 2 | Págs. 9-17
- Machado, G., Carracedo, C. y Acosta, F. 2016. Composición del arbolado en áreas de interés histórico y monumental de la ciudad de Santiago de Cuba. Ciencia en su PC, núm. 3, julio-septiembre, pp. 94-103 Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba, Cuba.
- Martel, C. y Cairampoma, L. 2012. Cuantificación del carbono almacenado en funciones vegetales amazónicas en CICRA, Madre de Dios Perú. Ecología Aplicada 11(2):59-65, agosto-diciembre.
- Méndez, J., Luckie, S.L., Capo, M.A. y Nájera, J. A. 2011. Ecuaciones alométricas y estimación de incrementos en biomasa aérea y carbono en un plantación mixta de *Pinus devoniana* Lindl. y *P. pseudostrobus* Lindl. En Guanajuato, México. Agrociencia 45(4) mayo/junio. (Versión digital).
- Mercadet, A. y A. Álvarez. 2009. Metodología para establecer la línea base de retención de carbono en las Empresas Forestales Integrales de Cuba, efecto de cambios globales sobre el ciclo de carbono. RED CYTED 406RT0285. Efecto cambios globales sobre los humedales de Ibero América. pp. 107-118.
- Monteiro, I. Silva, h., Silva, A. y Souza, A. 2013. Manual de Orientación Técnica para la Arborización Urbana en Belém, guía para la planificación, implementación y mantenimiento de la forestación en lugares públicos 108 p.

- Mostacedo, B. y Fredericksen, T.S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Editorial El País. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible, Santa Cruz, Bolivia. 92 p.
- Nebel, B., Wright, R. 1999. Ciencias ambientales. Ecología y desarrollo sostenible. Sexta Edición. México: Pearson.
- Nowak, D. 1996. Estimating leaf area and leaf biomass of open-grown deciduous urban trees. *Forest Science* 42(4): 504-507.
- Nicco, G., Castro, L. y Piffer, A. 2013. Manual de recomendaciones técnicas para el proyecto de 1. Procedimientos de forestación urbana y poda, 1ª edición. Secretaría Municipal de Medio Ambiente-SEMAM 34 p.
- Notario, A. 2004. Investigación científica en instituciones de educación superior. Ediciones Fundación educativa Ensumer, Medellín, Colombia. 257 págs.
- Novais, D., Souto, P., Barroso, R., Camaño, J. y Ferreira, V. 2017. Forestación en la ciudad de Santa Helena en Paraíba: La percepción de sus ciudadanos.
- Nowak, D.; McHale, J.; Ibarra, M.; Crane, D.; Stevens, J. y Luley, C. 1998. Modelling the effects of urban vegetation on air pollution. *Air pollution and its applications XII*. Plenum Press.
- Nowak, D., McHale, J., Ibarra, M., Crane, D., Stevens, J. y Luley, C. 1998. Modelling the effects of urban vegetation on air pollution. *Air pollution and its applications XII*. Plenum Press.
- Ordóñez, A. 1998. Estimación de la captura del carbono en un estudio de caso para bosque templado: San Juan Nuevo, Michoacán. 265-295 h (Tesis en opción al grado de Licenciatura) Universidad Autónoma de México.
- Paes, E., Alberto, C., Fernandes, A., Ribeiro, W. y Torezani, N. 2015. Manual de silvicultura urbana de pera. Secretaría de Planeación - Dirección Operativa Desarrollo Urbano. ISBN: 978-958-722-104-6. 416 p.
- Paz, L, R, López, C, Apérez, R, Limia, M. E, Lapinel, B, Centella, A, Pajón, J.M, Caleiro, Ortega, F, Hernández. 2008. Efecto Invernadero. En: Carreiro, R. y H.

Moreno. Curso Cambio Climático: Parte I. Ediciones Academia. La Habana, Cuba. 16p.

Perdomo, A., Díaz., Walter. L. 2015. Plan piloto de diagnóstico y manejo para la plantación de árboles en la ciudad de Neiva Disponible en la World Wide Web: http://www.ub.edu/aplica_infor/spss/cap3-7.htm No. 16-17. ISSN: 0123-8418. páginas. 149-173.

Pérez, M. 2014. Evaluación de las condiciones ambientales de los espacios públicos de Pinar del Río. Tesis en opción al título Académico Máster en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río. 105p .

Perugini, A. 2010. Guía de Arborización Urbana del Municipio de Hortolândia. Brasil: [y.n]. 58 p. Disponible en: http://www.hortolandia.sp.gov.br/verdeazul/arquivos/guia_arborizacao_web.pdf». Consultado: 15 de junio de 2019.

Perreira, E., Santo, S. y Carneiro, P. 2019. Arborização Urbana na Percepção da população do destrito de IARA Ceará. Revista Sociedade Brasileira da Arborização Urbano. V14 n.2. pp.16-30.

Ramírez, O. A y M. Gómez. 1999. Estimación y valoración económica del almacenamiento del carbono. Forestal Centroamérica (27): 17 -22, julio-septiembre.

Rodríguez, Y. 2010 Estrategia de diversificación de la producción en el sistema agroforestal de la Empresa Café y Cacao Yateras Guantánamo. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de pinar del Rio.

Ruso, I. 2007. Silvicultura Urbana, reto para el programa forestal cubano. Revista Agricultura Orgánica, Vol. 1. Disponible: http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202007-1/14-Silvicultura%20Urbana.pdf. Revisado 5/4/2019.

- Salbitano, F., Michela, B. y Yujuan. C. 2017. Directrices para la silvicultura urbana y periurbana. Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura. ISSN 1014-2886. 191 p.
- Sánchez, J. M 2003. Algunas consideraciones sobre el árbol en el diseño urbano. Editorial. Editorial Félix Varela. La Habana. 68. p.
- Santos, A., Moraes, R. y Antunes, A. 2015. Manual técnico para la arborización urbana, 124 p. Santos, MO, Maia, L., Oliveira, E., Silva, J. y Cella, W. 2018. Percepción ambiental sobre la forestación urbana en el barrio de Santa Tereza, Tefé, Amazonas, Brasil. El espacio geográfico en análisis, Curitiba, v.44, págs.231 - 24.
- Santos, M. O., Maia, L., Oliveira, E. D., Silva, Neto, J., Cella, W. 2018. Percepción ambiental sobre la forestación urbana en el barrio de Santa Tereza, Tefé, Amazonas, Brasil. El espacio geográfico en análisis, Curitiba, v.44, p.231 - 241.
- Segura, M. 2001. Estimación de carbono en ecosistemas tropicales: los aportes de modelos de biomasa. Curso Internacional Proyecto Cambio Climático en los Sectores Forestales y Energético: Oportunidades de desarrollo para países latinoamericanos (CATIE-PNUD, 24-26 de septiembre) Costa Rica.
- SMAS (Secretaría de Medio Ambiente y Sostenibilidad) 2013. Manual de forestación urbana: lineamientos y procedimientos técnicos básicos para la implementación y mantenimiento de la forestación en la ciudad de Recife. Ayuntamiento de Recife Brasil. 1. ed: [y.n.]. 71 p. Disponible en: «http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/manual_arborizacao_1253202256.pdf».
- Souza, M., Soto, P., Fernandes, S., Neves, A., Lima, F. Y Souto. 2017. Percepção da população relacionada à arborização urbana de praças no centro da cidade de Patos-PB. Agropecuária científica no semiárido, Patos, v. 12, n. 4, pp. 368-375
- Sosa, A., Yenía, M., Pérez, A. Valdez, E. 2011. Diagnóstico de la situación del arbolado urbano en la Ciudad de Guisa. Revista Forestal Baracoa vol. 30 (1).

- SUFA (Asociados de Silvicultura Urbana del Sur). 2006. Tasaciones de árboles.[S.l.]: [s.n].82 p.Disponible en: «<http://www.sufa.com/appraisals.html>». Consultado: 9 de agosto de 2019.
- Vega, F. 2017. Descripción y Análisis de la metodología de Evaluación visual de árboles urbanos–VTA (visual Tree Assessment) Trabajo de monografía en opción a título profesional de Ingeniero forestal. 2017 paginas 44.
- Vilela, J. 2004. Distribución del arbolado urbano en la ciudad de Fuenlabrada y su contribución a la calidad del aire. Ciudad y Territorio, Estudios Territoriales,XXXVI (140). Universidad Politécnica de Madrid. Pág. 419-427.
- Wikipedia, 2011. Origen y evolución del término Biodiversidad. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Biodiversidad>. Consultado: 20 abril de 2014.
- Yerena, J.I., Jiménez, J., Aguirre, O.A. y Treviño, E.J. 2011. Concentración de carbono en la biomasa aérea del matorral espinoso tamaulipeco. Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 17(2): 283-291.
- Werneck, A., Arthur, A., Furtado, B. Ferreira, C. y Guimarães, R. 2019. Análise Quali-Quantitativo da Arborização Urbana de dois Bairros do Municipio do Rio de Janeiro por meio do Geoprocessamento. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbano.v14 n.2. pp. 43-61.

Ameños

Anexos

Anexo 1. Cuestionario para personas en las calles y líderes del centro de la ciudad de Guantánamo.

Marque con una (x), en corresposnal, con su consideración:

1- 1- Ineficiente (I), 2- Regular (R), 3- Bueno (B), 4- Muy bueno (MB) y 5-Excelente (E)

Acciones	%					EE±
	1(I)	2 (R)	3 (B)	4 (MB)	5(E)	
¿Usted tiene conocimiento sobre la silvicultura urbana?						
¿Usted tiene conocimiento sobre las funciones de los árboles en las ciudades (dar sombra, regular la temperatura ambiente, atenuar el ruido, reducir el impacto de las lluvias, influencia psicológica en el suelo)?						
¿Cómo considera el estado de los árboles de la calle en la ciudad?						
¿Cree que las medidas de reforestación en las calles son importantes?						
¿Cómo considera las actividades de Educación Ambiental sobre la importancia de los árboles en las calles?						
¿Consideras que la poda de árboles en las calles es importante para lograr sus funciones?						

¿Consideras que la gente está pendiente del cuidado de las plantas en las calles?						
¿Conoces las características de los árboles en las calles?						

Anexo 2. Clases diamétricas que se encuentra cada individuo por especie.

CD	Rango	CD	Rango
2	1,1 - 3	42	41,1 - 43
4	3,1 - 5	44	43,1 - 45
6	5,1 - 7	46	45,1 - 47
8	7,1 - 9	48	47,1 - 49
10	9,1 - 11	50	49,1 - 51
12	11,1 - 13	52	51,1 - 53
14	13,1 - 15	54	53,1 - 55
16	15,1 - 17	56	55,1 - 57
18	17,1 - 19	58	57,1 - 59
20	19,1 - 21	60	59,1 - 61
22	21,1 - 23	62	61,1 - 63
24	23,1 - 25	64	63,1 - 65
26	25,1 - 27	66	65,1 - 67
28	27,1 - 29	68	67,1 - 69
30	29,1 - 31	70	69,1 - 71
32	31,1 - 33	72	71,1 - 73
34	33,1 - 35	74	73,1 - 75
36	35,1 - 37	76	75,1 - 77
38	37,1 - 39	78	77,1 - 79
40	39,1 - 41	80	79,1 - 81

Anexo 3. Listado de especies por familias inventariadas durante el estudio.

Nombres vulgares	Nombres científicos	Familias
Algarrobo de olor	<i>Albizia lebeck</i> (L.) Benth	Mimosaceae
Algodón	<i>Gossypium barbadense</i> L. 1753	Malvaceae
Almendra	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae
Anón manteca	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae
Árbol del Nim	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss. <i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K.Schum.	Meliaceae
Cabalonga	<i>Salix longipes</i> Schuttl.	Apocynaceae
Clavellina	<i>Akania belizensis</i> Hook.f. 1940	Rubiaceae
Copalillo	<i>Aleuritis moluccana</i> (L.) Willd.	Akaniaceae
Falso Nogal	<i>Peltophorum ferrugineum</i> Benth..	Euphorbiaceae
Framboyán amarillo	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Caesalpinaceae
Framboyán rojo	<i>Simaruba glauca</i> DC.	Caesalpinaceae
Gavilán	<i>Simaruba glauca</i> DC.	Simarubaceae
Guanábana	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae
Güira	<i>Crescentia cujete</i> L.	Bignoniaceae
Jaguey	<i>Ficus havanensis</i> Rosseb	Moraceae
Laurel	<i>Ficus benjamina</i> L.	Magnonaceae
Limón	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm.f	Rutaceae
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Rutaceae
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae
Moringa	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringaliaceae
Naranja agria	<i>Citrus aurantium</i> L.	Rutaceae
Naranja dulce	<i>Citrus grandis</i> (L.) Osbeck	Rutaceae
Níspero	<i>Manilkara zapotilla</i> (Jacq.) Gilly	Sapotaceae
Noni	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Rubiaceae
Ocuje	<i>Calophyllum antillanum</i> Britton	Clusiaceae
Palma real	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F.Cook	Arecaceae
Piñón botija	<i>Jatropha curcas</i> L.	Euphorbiaceae
Piñón Francés	<i>Erythrina glauca</i> Willd	Papilionaceae
Roble Blanco	<i>Tabebuia angustata</i> Britt.	Bignonaceae
Roble prieto	<i>Ehretia tinifolia</i> L.	Boraginaceae
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	Caesalpinaceae
Baría	<i>Cordia alliodora</i> Cham	Boraginaceae

