

Comportamiento del carbono retenido en el arbolado urbano en el sur de la ciudad de Guantánamo

Behavior of carbon retained in urban trees in the south of the city of Guantánamo

Yuris Rodríguez Matos¹

Arlety Ajete Hernández²

Surima Orta Pozo³

Daniel Nidier Rondón González⁴

José Reynaldo Rivera Díaz⁵

¹Ingeniero Forestal, Doctor en Ciencias. Forestales, Universidad de Guantánamo, Cuba. Guantánamo, Cuba. Correo electrónico: yurisrodriguezmm@gmail.com

²Ingeniera Forestal Departamento Silvicultura. Instituto de Investigaciones Agroforestales, Instituto de Investigaciones Agroforestales. Habana, Cuba. Correo electrónico: arlety@forestales.co.cu

³Ingeniera Forestal. Universidad de Pinar del Río «Hermanos Saíz Montes de Oca». Pinar del Río, Cuba. Correo electrónico: surimaorta@gmail.com

⁴Ingeniero Forestal. Universidad de Granma. Granma, Cuba. Correo electrónico: drondon2407@gmail.com

⁵Ingeniero Forestal. Universidad de Pinar del Río «Hermanos Saíz Montes de Oca». Pinar del Río, Cuba. Correo electrónico: josereynaldord@gmail.com

Recibido: 12 de abril de 2018.

Aprobado: 4 de septiembre de 2018.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el sur de la ciudad de Guantánamo, perteneciente a la Empresa Provincial de Comunales, en el período de noviembre de 2016 a diciembre de 2017, con el objetivo de evaluar el comportamiento del carbono retenido en el arbolado urbano. El mismo se realizó a través de un inventario florístico, mediante un muestreo aleatorio simple, donde se levantaron 16 transeptos variables, evaluando las especies de árboles existentes en el área que componen el estrato arbustivo (1 a 4,99 m.) y arbóreo (mayor de 5 m.). Se determinó el diámetro (m.), altura de la planta (m.), área basal (m²), volumen (m³), la diversidad alfa, con la estructura horizontal: abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa, además el secuestro de carbono. Los resultados indicaron que se

identificaron un total de 26 familias, 36 especies y 1 259 individuos correspondientes al estrato arbóreo y arbustivo, donde las especies de mayor abundancia, frecuencia y dominancia relativa fueron: *Coccothrinax argentea*, *Thevetia peruviana*, *Mangifera indica* y *Aleuritis moluccana* y las de mejor carbono retenido CO₂: *Tabebuia angustata* (19 395, 3), *Aleuritis moluccana* (17 725, 5) y *Mangifera indica* (11 711, 6).

Palabras clave: Arbolado urbano; secuestro de carbono e inventario florístico.

ABSTRACT

This work was developed in the south of the city of Guantánamo, belonging to the Provincial Communal Company, from november 2016 to december 2017, with the objective of evaluating the behavior of carbon retained in urban trees. The same was carried out through a floristic inventory, by means of a simple random sampling, where 16 variable transects were raised, evaluating the existing tree species in the area that compose the shrub layer (1 to 4,99 m) and arboreal (greater 5 m). The diameter (m), height of the plant (m), basal area (m²), volume (m³), alpha diversity, with the horizontal structure was determined: relative abundance, relative frequency and relative dominance, as well as carbon sequestration. The results indicated that a total of 26 families, 36 species and 1 259 individuals were identified corresponding to the arboreal and shrub layer, where the species of greater abundance, frequency and relative dominance were: *Coccothrinax argentea*, *Thevetia peruviana*, *Mangifera indica* and *Aleuritis moluccana* and those with the best carbon retained CO₂: *Tabebuia angustata* (19 395, 3), *Aleuritis moluccana* (17 725, 5) and *Mangifera indica* (11 711, 6).

Keywords: Urban trees; carbon sequestration and floristic inventory.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día se plantan árboles en las ciudades sin una debida planificación: preparación del suelo, selección de especies, etc. Todo ello trae consigo, posteriormente, árboles débiles y/o enfermos, árboles mal anclados al terreno que caen en cuanto se producen vientos fuertes, árboles podados drásticamente porque sus ramas estorban a los edificios y viviendas colindantes, raíces que invaden conducciones de agua, levantan pavimentos o agrietan muros, etc., problemas estos que podían ser en su mayor parte perfectamente previstos y subsanados con una adecuada planificación SAPP, (2014)

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 por recorrer, los arboles urbanos necesitan amor, protección y financiamiento Rodríguez *et al.*, (2016).

Miles de árboles y arbustos adornan nuestras calles y avenidas, aportándonos beneficios que a veces perdemos de vista. A nadie se le escapa que los árboles aportan sombra y oxígeno a la turbia atmósfera urbana; además, pueden aportar belleza, entretenimiento y un inmejorable efecto contra el stress al que están sometidas nuestras vidas Russo, (2007). Los árboles 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.

También SAPP, (2014) corroboró que los beneficios que proveen las áreas verdes urbanas pueden ser clasificados en ambientales, económicas y sociales, donde en materia ambiental se destaca la funcionalidad de los ecosistemas urbanos, lo cual incluye el *hábitat* de la fauna silvestre y la biodiversidad enriquecida, la regulación del microclima, el control de la erosión, de la contaminación del aire, del ruido y el incremento de la biodiversidad; en lo económico sirven como medio de subsistencia o de generación de ingresos y de materiales como alimento, leña, forraje, fibra, e incrementan el valor de la propiedad inmueble y, en el ámbito social, contribuyen con la salud física y mental, reflejada en sensaciones como relajación, libertad, felicidad, inspiración, entre otras.

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).

Las áreas urbanas de la ciudad de Guantánamo no escapan a estas realidades antes mencionadas, donde las especies forestales, muchas veces, no reúnen las características necesarias para ser ubicadas en las diferentes zonas urbanas.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento del carbono retenido en el arbolado urbano en el sur de la ciudad de Guantánamo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de trabajo

La investigación se desarrolló en el municipio Guantánamo (Figura 1), la cual se divide en cinco zonas (Norte, Sur, Este, Oeste y Centro). Específicamente se trabajó en el Sur, desde la Avenida Camilo Cienfuegos hasta el 16 Sur y desde Carlo Manuel hasta el 9 oeste, en 195,117 ha. que es el 32,07 % del área total que es 608,36 ha., entre los meses de noviembre de 2016 a diciembre de 2017 en todas las arterias (calles) que comprende esta zona.

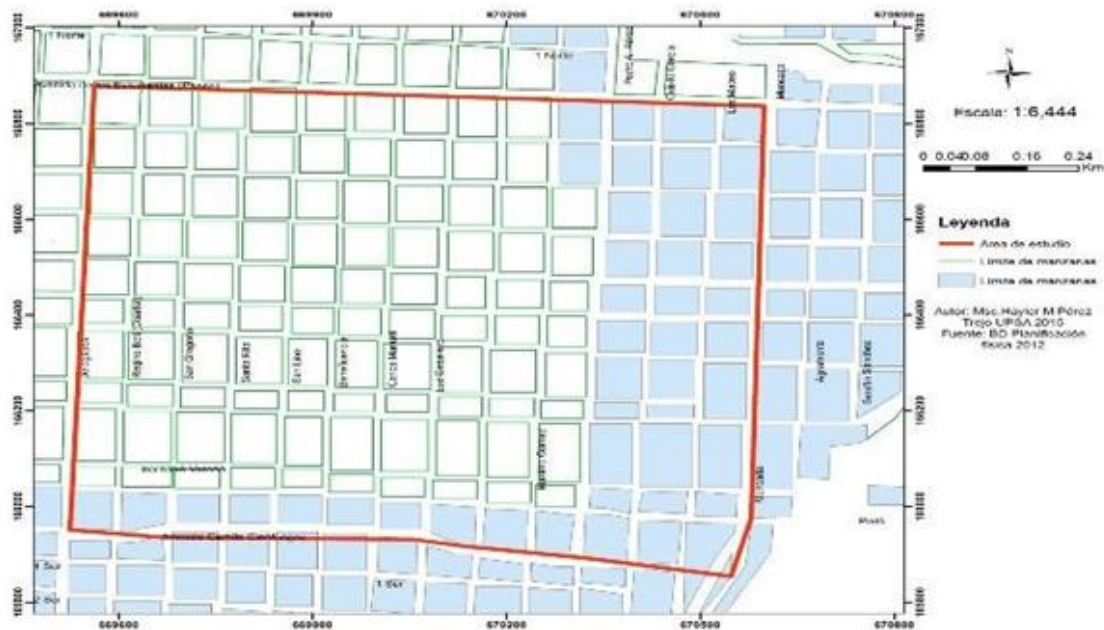


Fig. 1. Ubicación del área de trabajo

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.

Condiciones climáticas

El siguiente climodiagrama muestra las características climáticas del municipio Guantánamo en la serie, desde enero del año 2006 hasta diciembre de 2017, (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 °C., máxima absoluta de 32 °C. y máxima media absoluta de 15,6 °C. La mínima media registrada es de 13,8 °C. y como mínima absoluta 20 °C., mientras las precipitaciones son de 851,1 mm., comportándose por encima de los 100 mm. 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 2).

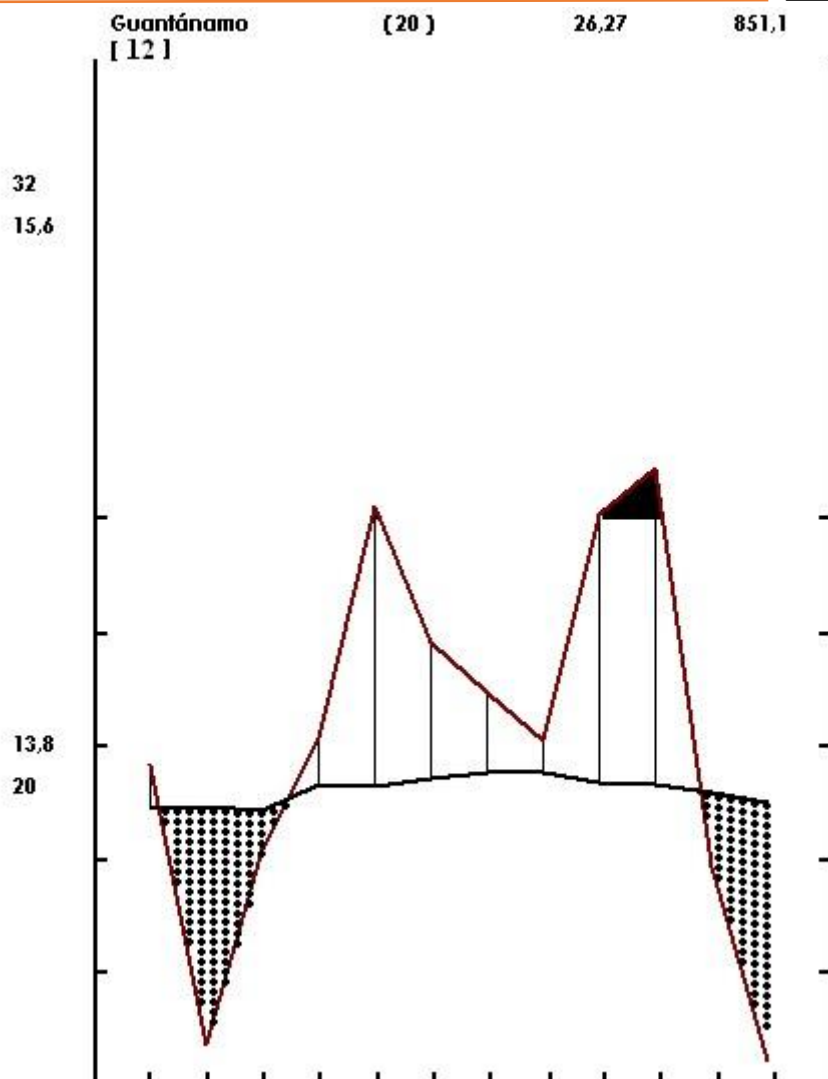


Fig. 2. Climodiagrama ciudad de Guantánamo (2006 hasta diciembre de 2017)

Metodología empleada

Los datos fueron tomados en todas las arterías (calles) que comprende la zona Sur del municipio Guantánamo con una superficie de 167 462 m²; se levantaron 16 transeptos variables, según la metodología de Foster *et al.*, (1995), citado por Rodríguez *et al.*, (2016).

El inventario fue realizado mediante un muestreo aleatorio simple, donde se utilizaron transeptos variables, y se evaluaron las especies de árboles existentes en el área.

Se determinaron los parámetros dasométricos:

- Diámetro (m.): se midió a la altura del pecho con una cinta diamétrica; altura de la planta (m.): se determinó 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 la fórmula:

Donde: G = área basal (m^2) y d^2 = diámetro (m)

❖ Volumen

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

Donde: V = volumen de madera (m^3); d = diámetro (m); h = altura (m).

(f) = coeficiente mórfico empírico.

Diversidad de especies

Diversidad alfa (α): La diversidad (alfa) de especies florísticas del arbolado urbano del sur de la ciudad de Guantánamo, fue por la metodología de Aguirre y Yaguana, (2012). Donde se determinó:

De individuos de una especie

Abundancia relativa = $\frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100$

Total de individuos de todas las especies

Área basal de una especie

Dominancia relativa = $\frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100$

Área basal de todas las especies

De transeptos en la que ocurre una especie

Frecuencia relativa = $\frac{\text{---}}{\text{---}} \times 100$

Total de ocurrencia en todos los transeptos

Análisis de los datos

Los datos se procesaron a partir de la confección de tablas y gráficos, donde se empleó el Microsoft Excel y para la interpretación de los resultados obtenidos Microsoft Word.

Determinación del secuestro de carbono

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

- Carbono retenido en la biomasa:

Se realizó la conversión del volumen de madera en pie a biomasa del fuste, y se empleó la densidad de la madera seca reportada por especies.

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

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, quedando:

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

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

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

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

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

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:

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

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).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la ciudad de Guantánamo, se identificaron un total de 24 familias, 36 especies y 1 259 individuos. Las especies ornamentales cultivadas en el municipio de Guantánamo muestran diversidad en las formas de vidas con predominio del estrato arbustivo como se puede observar en la figura 3; resultados similares determinaron Pérez y González, (2013) en el municipio Boyeros, donde las herbáceas y arbustivas predominaron sobre las arbóreas; el autor lo atribuye a que requieren menos espacios, además de ser las más abundantes en jardines y parques (Figura 3).

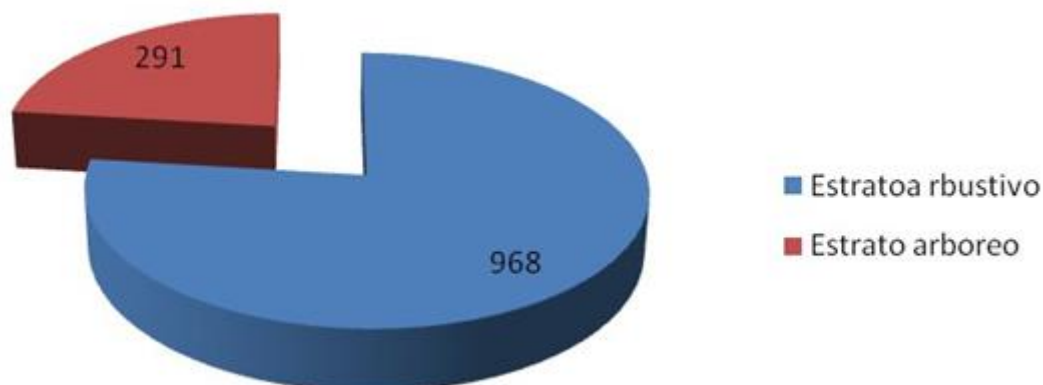


Fig. 3. Individuos en los estratos arbustivo y arbóreo

La selección de las especies que se cultivan en general parece estar determinada por sus valores ornamentales. Sin embargo, en el caso de los árboles se prioriza su selección como elementos de sombra en parques, parterres y jardines públicos y privados. Los arbustos se cultivan con mayor frecuencia, ya sea por ser las especies que requieren menos atenciones culturales o por que pueden cultivarse con diferentes objetivos, además de la ornamental (cubriendo ventanas o cercas perimetrales, protección contra el polvo) Pérez *et al.*, (2013).

Decurcio, (2013) también señala que los árboles sirven para protección contra la radiación solar, donde generan sombra, ya que sus copas están diseñadas para captar la luz solar, y al extenderse sombrean el piso, protegen la fauna, la flora inferior y al ser humano del impacto directo de los rayos solares, además que permiten la regulación de temperatura, donde las áreas verdes y los árboles son un elemento protector contra fluctuaciones de temperatura en los microclimas, ya que ayudan a regularla, mantenerse fresco en verano y bloquean el frío en invierno.

En la tabla 1, se observa el número de especies y de individuos por familias, presentes en el centro de la ciudad, donde las familias con mayor número de individuos son: *Arecaceae* (410 individuos), *Apocynaceae* (337), *Euphorbiaceae* (96), *Anacardiaceae* (70), *Caesalpinaceae* (68) y *Rubiaceae* (57); al respecto Jiménez, Manzanares y Mesa (2015) destacan, en el municipio Boyeros, entre las familias botánicas con mayor número de individuos a: *Arecaceae*, *Caesalpinaceae*, *Bignoniaceae* y *Combretaceae*; las dos primeras coinciden con los resultados obtenidos en la ciudad de Guantánamo, mientras que las familias con mayor número de especies fueron *Caesalpinaceae* y *Annonaceae* (Tabla 1).

Tabla 1. Número de especies e individuos por familias

Familias	Especies	Mayor individuos	Familias	Especies	Menor individuos
<i>Arecaceae</i>	2	410	<i>Rubiaceae</i>	1	9
<i>Apocynaceae</i>	2	337	<i>Lauraceae</i>	1	8
<i>Euphorbiaceae</i>	1	96	<i>Bombaceae</i>	1	6
<i>Anacardiaceae</i>	2	70	<i>Casuarinaceae</i>	1	5
<i>Caesapinaceae</i>	3	68	<i>Fabaceae</i>	2	4
<i>Rubiaceae</i>	1	57	<i>Myrtaceae</i>	1	4
<i>Rutaceae</i>	2	50	<i>Sapindaceae</i>	1	4
<i>Bignonaceae</i>	2	40	<i>Malvaceae</i>	1	2
<i>Annonaceae</i>	3	37	<i>Apiaceae</i>	1	1
<i>Combretaceae</i>	1	25	<i>Burseraceae</i>	1	1
<i>Boraginaceae</i>	2	12	<i>Moraceae</i>	1	1
<i>Meliaceae</i>	2	10			

En la tabla 2, se destacan las especies de mayor y menor abundancia relativa, se observaron predominio de *Coccothrinax argentea* *Thevetia peruviana*, *Aleuritis moluccana* utilizadas en parterres y otros espacios abiertos de la ciudad, a diferencia de lo planteado por Jiménez, Manzanares y Mesa (2015), las especies de mayor importancia relativa estuvieron representadas por *Callophylum antillanum* Britt y *Peltophorum ferrugineum* en el municipio Boyeros, lo que difiere de los resultados obtenidos en esta investigación (Tabla 2).

Tabla 2. Especies leñosas de mayor y menor abundancia relativa en el arbolado urbano

Mayor Abundancia Relativa (%)		Menor Abundancia Relativa (%)	
<i>Coccothrinax argentea</i>	32,33	<i>Tamarindus indica</i>	0,56
<i>Thevetia peruviana</i>	26,53	<i>Ceiba pentandra</i>	0,48
<i>Aleuritis moluccana</i>	7,62	<i>Casuarina equisetifolia</i>	0,40
<i>Mangifera indica</i>	5,48	<i>Psidium guajava</i>	0,32
<i>Morinda citrifolia</i>	4,53	<i>Melicocca bijuga</i>	0,32
<i>Delonix regia</i>	3,65	<i>Cordia alba</i>	0,32
<i>Citrus aurantium</i>	2,62	<i>Plumeria rubra</i>	0,24
<i>Terminalia catappa</i>	1,99	<i>Roystonea regia</i>	0,24
<i>Tabebuia angustata</i>	1,75	<i>Crescentia cujete</i>	0,72
<i>Annona squamosa</i>	1,67	<i>Cassia grandis</i>	0,16
<i>Crescentia cujete</i>	1,43	<i>Leucaena leucocephala</i>	0,16
<i>Citrus limon</i>	1,35	<i>Talipariti elatum</i>	0,16
<i>Peltophorum ferrugineum</i>	1,19		

Diversos estudios mencionan que la principal problemática para las áreas verdes y árboles en la ciudad está dada por la falta de conocimiento en esta temática y coinciden con este planteamiento de Rodríguez *et al.*, (2016) al dejar claro que, todavía en muchas áreas, existe la falta de planeación en la materia y una ausencia de planes de manejo integral de la vegetación, que tiene como consecuencia la plantación de árboles en lugares inapropiados, la selección inadecuada de especies vegetales, así como deficiencias en el mantenimiento de los árboles.

Frecuencia relativa

El comportamiento de las especies leñosas de mayor frecuencia relativa, en el arbolado urbano, se presenta en la figura 4 *Thevetia peruviana* es de fácil obtención y por su porte y color de sus flores es marcada su presencia en diferentes áreas de la ciudad.

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.).

En la actualidad, se plantan árboles en las ciudades sin una debida planificación, una correcta preparación del suelo, una adecuada selección de especies, etc. Todo ello, según Fernández, (2013), trae consigo, posteriormente, árboles débiles y/o enfermos, árboles mal anclados al terreno que caen en cuanto se producen vientos fuertes, árboles podados drásticamente porque sus ramas estorban a los edificios y viviendas colindantes y las raíces que invaden conducciones de agua (Figura 4).

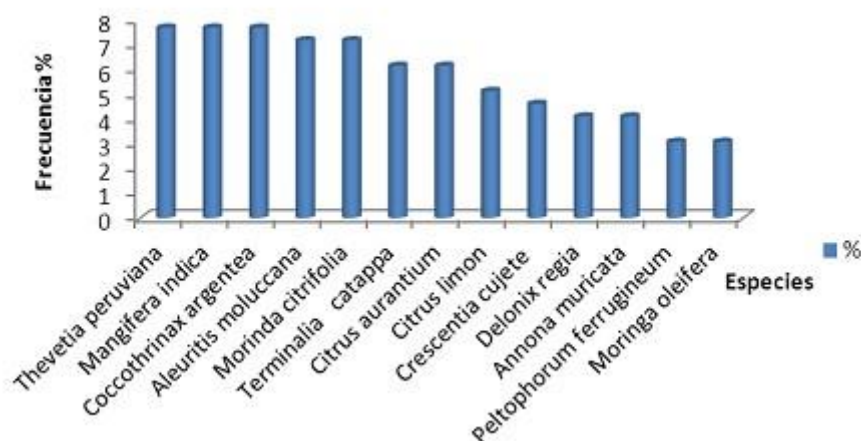


Fig. 4. Especies leñosas con mayor frecuencia

Los espacios verdes urbanos aportan numerosos beneficios sociales y medioambientales que contribuyen a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, donde está acorde con los resultados que se alcanzó SMAS, (2013), donde las investigaciones sobre espacios verdes más recientes han dirigido su atención hacia la relación entre el arbolado y la sostenibilidad urbana para determinar el papel de la vegetación urbana en la calidad ambiental.

Bernardo *et al.*, (2016), plantean que en el milenio urbano, los silvicultores profesionales tendrán que combinar mejor la formación urbana y la tradicional, además que deben saber colaborar con especialistas en ordenación del territorio, constructores de viviendas, autoridades municipales, comités de desarrollo y habitantes pobres de las ciudades, también que estos arbolados son un activo económico, debidamente concebidos y administrados, donde el conjunto de sus beneficios es esencial para mantener un medioambiente idóneo para la vida y la sostenibilidad.

Comportamiento del volumen de las especies leñosas

En la figura 5, se observan los índices dasométricos medios de las especies más abundantes, económico en el arbolado en las áreas urbanas, donde los mayores volúmenes de madera en m³ son: *Thevetia peruviana* 142 m³, *Coccolthrinax argentea* 110 m³, *Tabebuia angustata* 81 m³ y *Aleuritis moluccana* 76 m³ (Figura 5).

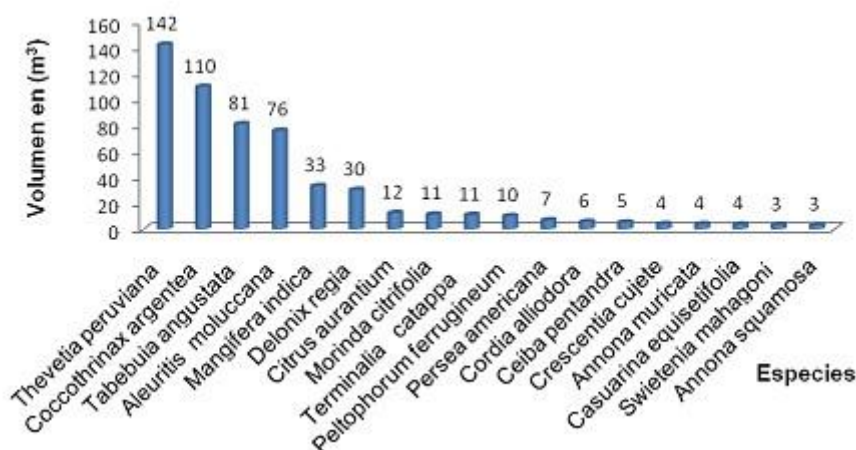


Fig. 5. Comportamiento del volumen de las especies forestales de valor económico

Con estos resultados coincide Rodríguez *et al.*, (2016), al plantear que la finalidad del ordenamiento de los 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, donde incluye también los *hábitats* de las especies animales silvestres, además de 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.

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

Las especies del estudio retienen un total de 76 968,87 t. de carbono, a razón de 0,0264 t. por individuo sobresaliendo en su aporte: *Tabebuia angustata*, *Aleuritis moluccana* y *Mangifera indica* con una retención de 19 395, 3; 17 725, 5 y 11 711, 6 t. de carbono respectivamente (Tabla 3).

Estos resultados están acorde con Mercadet y Álvarez, (2009) al plantear que una de las razones para poseer y reclamar más árboles en las ciudades es que estos atrapan el dióxido de carbono (CO₂), el gas de efecto invernadero con mayor impacto en el cambio climático. Algunos árboles tienen mayor capacidad de absorción que otros, un dato importante a la hora de plantar nuevos ejemplares con el objetivo de luchar contra el calentamiento global.

Tabla 3. Carbono retenido en el arbolado urbano del centro de la ciudad de Guantánamo

Nombre Científico	Total de especies	Volumen (m ³)	Densidad (kg / m ³)	Biomasa fuste(t)	FEB	Biomasa aérea (t)	Biomasa raíces (t)	Biomasa total(t)	Frac. De carbono	Total de Carbono en la Biomasa(t)
<i>Terminalia catappa</i>	25	5,78	470	2,72	1,74	4,72	1,42	6,14	47,38	2886,51
<i>Persea americana</i>	8	0,68	530	0,36	1,74	0,63	0,19	0,82	47,08	434,73
<i>Azadirachta indica</i>	1	0,24	610	0,15	1,74	0,26	0,08	0,34	49,74	205,83
<i>Annona squamosa</i>	21	0,61	540	0,33	1,74	0,57	0,17	0,75	47,08	403,61
<i>Annona cherimola</i>	1	0,01	540	0	1,74	0,01	0	0,01	47,08	4,03
<i>Cordia alliodora</i>	8	4,81	699	3,36	1,74	5,85	1,76	7,61	46,02	5319,41
<i>Thevetia peruviana</i>	334	2,78	490	1,36	1,74	2,37	0,71	3,08	47,08	1511,51
<i>Casuarina equisetifolia</i>	5	0,02	830	0,02	1,74	0,03	0,01	0,04	47,59	29,28
<i>Protium cubense</i>	1	0,04	620	0,02	1,74	0,04	0,01	0,05	47,08	32,68
<i>Cassia grandis</i>	2	1,2	650	0,78	1,74	1,36	0,41	1,77	47,08	1148,63
<i>Swietenia mahagoni</i>	9	3,12	650	2,02	1,74	3,52	1,06	4,58	47,99	2977,12
<i>Ceiba pentandra</i>	6	4,79	280	1,34	1,74	2,33	0,7	3,04	47,08	849,91
<i>Aleuritis moluccana</i>	96	32,64	490	15,99	1,74	27,83	8,35	36,17	45,94	17725,5
<i>Delonix regia</i>	46	4,2	590	2,48	1,74	4,31	1,29	5,61	46,88	3309,49
<i>Peltophorum ferrugineum</i>	15	0,62	736	0,46	1,74	0,79	0,24	1,03	46,88	758,63
<i>Plumeria rubra</i>	3	0,29	580	0,17	1,74	0,29	0,09	0,38	47,08	218,16
<i>Annona muricata</i>	15	0,32	650	0,21	1,74	0,37	0,11	0,48	47,08	308,81
<i>Crescentia cujete</i>	18	2,17	390	0,85	1,74	1,47	0,44	1,92	46,88	747,03
<i>Psidium guajava</i>	4	0,1	490	0,05	1,74	0,08	0,02	0,11	47,08	52,18
<i>Citrus limon</i>	17	0,3	490	0,15	1,74	0,25	0,08	0,33	47,08	161,32
<i>Leucaena leucocephala</i>	2	0,2	640	0,13	1,74	0,23	0,07	0,29	46,46	187,36
<i>Mangifera indica</i>	69	17,12	550	9,41	1,74	16,38	4,91	21,29	47,08	11711,6
<i>Talipariti elatum</i>	2	0,04	440	0,02	1,74	0,03	0,01	0,04	46,6	18,92
<i>Moringa oleifera</i>	9	0,38	490	0,19	1,74	0,32	0,1	0,42	47,08	206,31
<i>Melicocca bijuga</i>	4	0,34	700	0,24	1,74	0,41	0,12	0,53	47,08	373,87
<i>Citrus aurantium</i>	33	0,63	710	0,45	1,74	0,78	0,23	1,01	47,08	716,44

<i>Morinda citrifolia</i>	57	1,79	490	0,88	1,74	1,53	0,46	1,99	47,08	973,19
<i>Spondias mombin</i>	1	0,24	360	0,09	1,74	0,15	0,05	0,2	47,08	71,08
<i>Coccothrinax argentea</i>	407	1,23	930	1,14	1,74	1,98	0,6	2,58	46,88	2399,75
<i>Roystonea regia</i>	3	0,17	960	0,16	1,74	0,29	0,09	0,37	46,88	356,28
<i>Tabebuia angustata</i>	22	27,84	555	15,45	1,74	26,88	8,06	34,95	49,07	19395,3
<i>Tamarindus indica</i>	7	0,91	750	0,68	1,74	1,19	0,36	1,55	47,08	1160,21
<i>Cordia alba</i>	4	0,29	650	0,19	1,74	0,33	0,1	0,43	47,08	281,03
<i>Cecropia peltata</i>	1	0,11	360	0,04	1,74	0,07	0,02	0,09	46,5	33,16
Total	1256	116,01	19 910	61,89	59,16	107,65	32,32	140	1 602,21	76 968,87

Estos resultados coinciden con Santoyo y otros, (2014) al plantear que es recomendable que se efectúen estos esfuerzos en las grandes ciudades para incentivar un manejo adecuado y de permanencia del arbolado urbano y así potencializar los beneficios brindados por dicha vegetación. También Weissert y otros, (2014) explican que ante la creciente emisión de gases de efecto invernadero, generados por el sector transporte en las ciudades, resulta relevante buscar e implementar mecanismos de captura de carbono urbano, que ayuden a disminuir la presencia de esas emisiones en el ambiente.

Kenton *et al.*, (2015) explican que es indispensable que se incluya una mayor variedad de especies para disminuir los riesgos de plagas y enfermedades, además de aumentar el uso de especies nativas de la región, para contribuir a la conservación de la biodiversidad.

Las especies que obtuvieron los mayores valores en la estimación de la biomasa total y carbono total retenido fueron: *Tabebuia angustata*, *Aleuritis moluccana* y *Mangifera indica*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO QUISSINDO, I.A., FALCON OCONOR, E. y PÉREZ LUNA, D., 2016. Avaliação da vegetação arbórea nas principais ruas da cidade do huambo-angola. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana* [en línea], vol. 11, no. 1. ISSN 1980-7694. Disponible en: <http://www.revsbau.esalq.usp.br/teste/ojs-2.3.7/index.php/REVSBAU/article/view/511>.
- DECURCIO CABRAL, P.I., 2013. Arborização urbana: Problemas e benefícios. *Revista Especialize On Line* [en línea], no. Edição nº6. Disponible en: <https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online/edicao-n6-2013/arborizacao-urbana-problemas-e-beneficios/>.

- FERNÁNDEZ, A., 2013. Árboles en las ciudades: seis razones para querer más. *EROSKI CONSUMER* [en línea]. [Consulta: 10 julio 2018]. Disponible en: http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/naturaleza/2013/01/10/215304.php.
- HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, A., 1999. *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. La Habana, Cuba: Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura. ISBN 978-959-246-022-5.
- JIMÉNEZ-ÁGUILA, M., MANZANARES-AYALA, K. y MESA- IZQUIERDO, M., 2015. Diagnóstico del arbolado urbano en la circunscripción 71, municipio de Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba. *Revista Forestal Baracoa* [en línea], vol. 34, no. 1, pp. 95-101. Disponible en: <http://enciclopediaforestal.cubava.cu/diagnostico-del-arbolado-urbano-en-la-circunscripcion-71-municipio-de-plaza-de-la-revolucion-la-habana-cuba/>.
- KENTON, R., KEITH, S., GOODENOUGH, J. y KIERON, D., 2015. *Valuing London's Urban Forest: Results of the London i-Tree Eco Project 2015* [en línea]. England: Treeconomics Ltd. ISBN 978-0-9571371-1-0. Disponible en: https://www.itreetools.org/resources/reports/Valuing_Londons_Urban_Forest.pdf.
- MÉNDEZ-GONZÁLEZ, J., LUCKIE-NAVARRETE, S.L., CAPÓ-ARTEAGA, M.Á. y NÁJERA-LUNA, J.A., 2011. Ecuaciones alométricas y estimación de incrementos en biomasa aérea y carbono en una plantación mixta de *Pinus devoniana* Lindl. y *P. pseudostrobus* Lindl., en Guanajuato, México. *Agrociencia* [en línea], vol. 45, no. 4, pp. 479-491. [Consulta: 10 julio 2018]. ISSN 1405-3195. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-31952011000400007&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- MERCADET, A. y ÁLVAREZ, A., 2009. Metodología para establecer la línea base de retención de carbono en las Empresas Forestales Integrales de Cuba. En: L. FERNÁNDEZ REYES, *Efectos cambios globales sobre los humedales de Iberoamérica* [en línea]. La Habana, Cuba: Red 406RT0285, pp. 107-118. Disponible en: http://www.cytod.org/?q=es/detalle_proyecto&un=289, <http://repositorio.geotech.cu/xmlui/handle/1234/1077?locale-attribute=en>.
- MONTESINO, L.P., FIALLO, V.R.F. y TORRES, L.R.G., 2013. Condiciones de cultivo, técnicas de propagación y distribución de las especies cultivadas con fines ornamentales en el Municipio Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional* [en línea], vol. 0, no. 0, pp. 187-201. [Consulta: 6 septiembre 2018]. ISSN 2410-5546. Disponible en: <http://www.rjbn.uh.cu/index.php/RJBN/article/view/302>.
- RODRÍGUEZ MATOS, Y., FALCÓN OCONOR, E., SEGURADO GIL, Y., CASTILLO GÁMEZY, M.J. y DESPAIGNE FIS, L., 2016. Estrategia de recuperación del arbolado urbano de la ciudad de Guantánamo. *Revista Forestal Baracoa* [en línea], vol. 35, no. Número Especial, pp. 1-9. ISSN 2078-7235. Disponible en: <http://www.inaf.co.cu/Revista%20Baracoa/RFB%20Especial%202015/ESTRATEGIA%20DE%20RECUPERACION%20DEL%20ARBOLADO%20URBANO%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20GUANTANAMO.pdf>.

RUSSO MIHELT, I., 2007. SILVICULTURA URBANA. *Revista Agricultura Orgánica* [en línea], no. 1. Disponible en: http://www.actaf.co.cu/revistas/revista__95-2010/Rev%202007-1/AO2007-1.html Silvicultura%20Urbana.pdf.

SANTOYO-GÓMEZ, G., ROJAS-GARCÍA, F. y BENAVIDES, H., 2014. Contenido de Carbono en el bosque urbano de la Ciudad de México: Delegación Miguel Hidalgo. S.l.: s.n., pp. 208-214. ISBN 978-607-96490-2-9.

SAPP (SOCIEDADE DOS AMIGOS DO PLANALTO PAULISTA), 2014. *Espécies Adequadas* «SAPP Sociedade Amigos do Planalto Paulista [en línea]. 2014. S.l.: Autor. Disponible en: <http://www.sapp.org.br/sapp/arborizacao/especies-adequadas>.

SMAS (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD), 2013. Manual de arborización urbano: orientaciones y procedimientos técnicos básicos para la implantación y mantenimiento de la arborización de la ciudad de Recife. [en línea]. Brasil: Ayuntamiento de la Ciudad del Recife. Disponible en: https://issuu.com/pedroconaf/docs/manual_de_plantaci__n_de___rboles_e.

WEISSERT, L.F., SALMOND, J.A. y SCHWENDENMANN, L., 2014. A review of the current progress in quantifying the potential of urban forests to mitigate urban CO2 emissions. *Urban Climate* [en línea], vol. 8, pp. 100-125. [Consulta: 17 julio 2018]. ISSN 2212-0955. DOI 10.1016/j.uclim.2014.01.002. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212095514000030>.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-
NoComercial 4.0 Internacional.

Copyright (c) 2018 Yuris Rodríguez Matos, Arlety Ajete Hernández, Surima Orta
Pozo, Daniel Nidier Rondón González, José Reynaldo Rivera Díaz