
Comportamiento del arbolado urbano en el centro de la ciudad de Guantánamo

Behavior of the urban woodland at Guantánamo downtown

Ernesto Henry Ferrer; Yuris Rodríguez-Matos; Yoandris Tamayo Santoya

Reserva Ecológica de Hatibonico, Guantánamo, Cuba. Universidad de Guantánamo, Cuba. Empresa Agroforestal Guantánamo UEB Guantánamo, Cuba.

Correo(s) electrónico(s)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1137-4211>

<https://orcid.org/0000-0002-5032-6362>

<https://orcid.org/0000-0002-8968-1329>

Recibido: 20 de octubre de 2020

Aceptado: 26 de noviembre de 2020

Resumen

El trabajo se desarrolló en el centro de la ciudad de Guantánamo, con el objetivo de evaluar el comportamiento del arbolado urbano. Se realizó un inventario florístico mediante un muestreo aleatorio simple, donde se utilizaron transeptos variables, evaluándose las especies de árboles existentes en el estrato arbustivo y arbóreo. Se evaluó el diámetro, altura, área basal, volumen, estructura horizontal, índice de valor importancia ecológica y secuestro de carbono. Se identificaron 21 familias, 33 especies y 835 individuos, las familias de mayor riqueza fueron: Boraginaceae, Bignonaceae y las especies de mejor comportamiento en CO₂ son: *Ehretia tinifolia* L., *Tabebuia angustata* Britt.

Palabras clave: Arbolado urbano; Estrategia; Transeptos variables; Muestreo aleatorio; Inventario florísticos.

Abstract

The work was developed in downtown of Guantánamo, with the objective of evaluating the urban behavior of the tree-lined one. He/she was carried out an inventory florístico, by means of a simple random sampling, where variable transeptos was used, being evaluated the species of existent trees in the stratum arbustivo and arboreal. You evaluate the diameter, height, basal area, volume, structures horizontal, index of value ecological importance and kidnapping of carbon. 21 families, 33 species and 835 individuals were identified, the families of more wealth were: Boraginaceae, Bignonaceae, and the species of better behavior in CO₂ are: *Ehretia tinifolia* L., *Tabebuia angustata* Britt.

Key word: tree-lined urban, strategy, variable transeptos, random sampling and inventory florísticos

Introducción

Las zonas urbanas en el mundo presentan enormes problemas ambientales y cada vez se hacen más agudos y están poniendo en duda la sostenibilidad de su desarrollo. Es por ello, que los árboles plantados en pueblos y ciudades, principalmente del tercer mundo, hacen un aporte positivo a las condiciones de vida actual y su potencial puede ser todavía mayor de acuerdo con la explicación de Jiménez (2009).

La silvicultura urbana tiene como finalidad el cultivo y ordenación de árboles para 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, en correspondencia con lo que aborda Sánchez (2003).

Moll y Gangloff (2007), afirman que en la actualidad se plantan árboles en las ciudades sin la debida planificación, sin una correcta preparación del suelo, sin una adecuada selección de especies, entre otras deficiencias. Todo ello, trae consigo árboles débiles y/o enfermos, 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; problemas éstos que podían ser perfectamente previstos y subsanados con una adecuada planificación.

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 No 85 de 1998, 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, de acuerdo con lo que plantean Sosa, *et al.* (2011).

Las aéreas urbanas de la ciudad de Guantánamo no escapan a estas realidades, las especies forestales muchas veces no reúnen las características necesarias para alcanzar la sostenibilidad en las diferentes zonas urbanas, de ahí que el objetivo esté orientado a evaluar el comportamiento del arbolado urbano de la ciudad centro de Guantánamo.

Desarrollo

Los datos fueron tomados en las arterias (calles) que comprende la zona central del municipio Guantánamo con una superficie de 167 462 m²; se levantaron 20 transeptos variables, según la metodología de Foster, *et al.* (1995), citado por Mostacedo y Fredericksenm (2000).

El inventario fue realizado mediante un muestreo aleatorio simple, donde se utilizaron transeptos variables, evaluándose las especies de árboles existentes en el área que componen el estrato arbustivo, 1 a 4,99 m, y arbóreo mayor de 5 m, según Álvarez y Varona (2006), evaluando 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.

- 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 fórmulas:

$$G = F \sum_{i=1}^m g = F \sum_{i=1}^m \frac{\pi d^2}{4}$$

Donde:

$\bar{V}$ = volumen medio de madera.

$\bar{d}_i$ = diámetro medio.

$\bar{h}_i$ = altura media.

(f_e) = coeficiente mórfico empírico.

Estructura horizontal del arbolado urbano

de individuos de una especie

Abundancia relativa = ----- x 100

Total de individuos de todas las especies

Área basal de una especie

Dominancia relativa = ----- x 100

Área basal de todas las especies

De parcelas en la que ocurre una especie

Frecuencia relativa = ----- x 100

Total de ocurrencia en todas las parcelas

IVIE = Abundancia relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa

Se determinó el total de individuos por clases diamétricas de las especies, agrupadas en clases diamétricas con su intervalo, ajustado a la metodología de Hoyos (2003).

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, siguiendo los pasos siguientes:

- 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.

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

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:

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

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), según Ramírez y Gómez (1999).

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, además para la interpretación de los resultados obtenidos, Microsoft Word.

La Figura 1 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 escasa presencia en el estrato arbóreo está dado por la poda que se le realiza en función de controlar la altura que alcanzan estos árboles para que sirva de mejoramiento y embellecimiento de la ciudad.

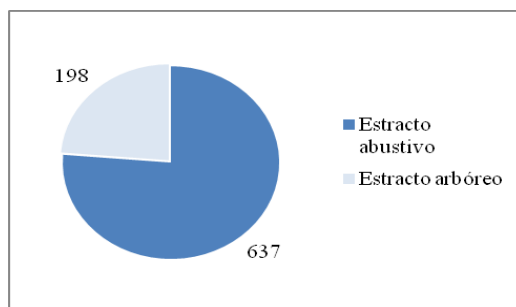


Figura 1. Total de individuos presentes en el arbolado urbano

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados coinciden con Jiménez (2009), al plantear que el manejo de árboles debe ser uno de los componentes principales de un programa de silvicultura urbana de las comunidades, donde los planes de manejo de árboles deben complementar las metas totales del programa de los árboles urbanos y de los parques de una comunidad, además se integran completamente las actividades de plantación y mantenimiento de los árboles, y los programas de emergencia.

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

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	Papillonaceae	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

Tabla 1. Familias de mayor y menor individuos

Fuente: Elaboración propia

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, haciendo contraste con un lugar desprovisto de vegetación.

También Hoyos (2003), alcanzó resultados similares al plantear que estos árboles sirven para la protección contra la radiación solar al generar sombra, 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, permiten la regulación de temperatura, donde las áreas verdes y los árboles son un elemento protector contra fluctuaciones de temperatura en los microclimas, ayudan a regularla, mantenerse fresco en verano y bloqueando el frío en invierno.

En la tabla 2 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 benamina* 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. Reconocer árboles peligrosos y tomar acciones apropiadas pueden proteger propiedades y salvar vidas.

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 benamina</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		

Tabla 2. Especies leñosas de mayor y menor índice de valor ecológico en el arbolado urbano.

Fuente: Elaboración propia

También coinciden con estos resultados Chiesura (2004), al dejar claro que los beneficios que proveen las áreas verdes urbanas pueden ser clasificados en ambientales, económicos y sociales, 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.

En la Figura 2 se observa el total de individuos por clases diamétrica 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).

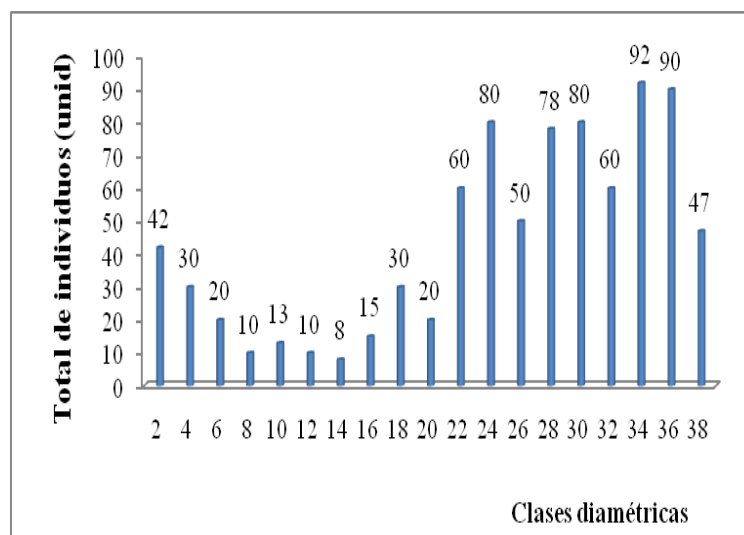


Figura 2. Total de individuos por clases diamétricas en el arbolado urbano

Fuente: Elaboración propia

Estos valores se deben a que no se manejan adecuadamente los árboles de mayor porte, dado a que no se realiza una debida planificación, sin una correcta preparación del suelo, sin la adecuada selección de especies, coincidiendo con estos resultados, Moll y Gangloff (2007), al plantear que cuando no se trabaja organizadamente, trae consigo, árboles débiles y/o enfermos, 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.

En la Figura 3 se observan los índices dasométricos medios de las especies de valor económico en el arbolado urbano, donde los mejores volúmenes de madera en m^3 son: *Ehretia tinifolia* 14,34 m^3 , *Tabebuia angustata* 9,72 m^3 , *Simaruba glauca* 9,38 m^3 , *Calophyllum antillanum* 5,87 m^3 , *Peltophorum ferrugineum* 3,94 m^3 , *Delonix regia* 3,76 m^3 y *Albizia lebbek* 2,60 m^3 .

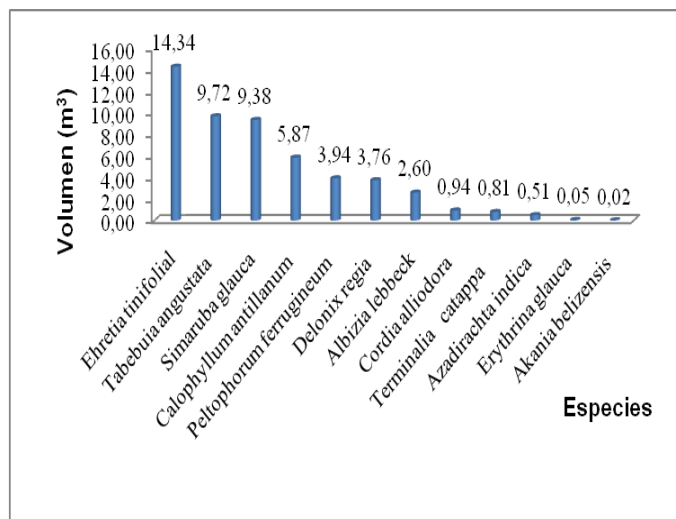


Figura 3. Comportamiento del volumen de las especies forestales de valor económico

Fuente: Elaboración propia

Con estos resultados coinciden Sosa, *et al.* (2011), 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.

Las especies del estudio, tabla 3, 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 se les considere como una estrategia de conservación y de reducción de CO_2 .

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 lebbbeck</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
Por individuo		0,1077		0,0634		0,11	0,03	0,14		6,74

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

Fuente: Elaboración propia

Leyenda: FEB (Factor de expansión de la biomasa)

Se ha estimado que las plantaciones han originado una absorción de 6 496,48t de carbono, contribuyendo con ello a disminuir el exceso de 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.

Conclusiones

Las familias de mayor riqueza de especies fueron: Apocynaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Magnoliaceae, Bignoniaceae y Rutaceae. Las especies de mejor comportamiento en CO₂ son: *Ehretia tinifolia*, *Tabebuia angustata*, *Calophyllum antillanum*, *Simarouba glauca*, *Peltophorum ferrugineum*, *Delonix regia* y *Juglans jamaicensis*, en el centro de la ciudad de Guantánamo.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, P. A. y Varona, J. C. (2006). *Silvicultura*. La Habana: Editorial Félix.
- Brown, S. (2002). *Measuring carbon in forests: current status and future challenges*. Environmental Pollution 116: 363-372 Disponible en: <http://www.winrock.org/ecosystems/files/2002ForestCarbon.pdf>
- Gaceta Oficial de la República de Cuba. (1998). Ley Forestal No 85. La Habana, Cuba.
- Chiesura, A. (2004). *The role of urban parks for the sustainable city*. Review Landscape and Urban Planning.
- Hoyos, M. F. (2003). *Propuesta metodológica para la valoración económica del árbol urbano*. Trabajo de diploma. Universidad Nacional de Colombia.
- 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.
- 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.
- Moll, G y Gangloff, D. (2007): *Silvicultura urbana en los Estados Unidos*. Disponible en: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/s1930S/s1930s05.htm.

- Moll, G y Gangloff, D. (2007): *Silvicultura urbana en los Estados Unidos*. Disponible en: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/s1930S/s1930s05.htm.
- Mostacedo, B. y Fredericksenm, T. S. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible, Santa Cruz, Bolivia: Editorial El País.
- Ramírez, O. A y M. Gómez. (1999). Estimación y valoración económica del almacenamiento del carbono. *Revista Forestal Centroamérica* 27 (2), pp. 17 -22, julio-septiembre.
- Sánchez, J. M. (2003). *Algunas consideraciones sobre el árbol en el diseño urbano*. La Habana: Editorial Félix Varela.
- Sosa, A., Yenia, M., Pérez, A., Valdez, E. (2011). *Diagnóstico de la situación del arbolado urbano en la Ciudad de Guisa*. *Revista Forestal Baracoa* vol. 30 (1), p.12.