

Revista Cubana de
Ciencias Forestales

CFORES

Volumen 9, número 2; 2021

Artículo original

Diagnóstico del arbolado urbano en una sección de la ciudad de Sancti Spíritus

Diagnostic of urban trees in a section of Sancti Spíritus city

Diagnóstico da arborização urbana numa seção da cidade de Sancti Spíritus

Luis Alberto Delgado Fernández^{1*}  <https://orcid.org/0000-0002-4675-1622>

Adrián Rabassa Pérez²  <https://orcid.org/0000-0002-4757-5747>

Ana Gertrudis Trocones Boggiano¹  <https://orcid.org/0000-0001-5769-2165>

Ildefonso Orrantia Cárdenas¹  <https://orcid.org/0000-0003-1904-2879>

¹Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez". Sancti Spíritus, Cuba.

²Servicio Estatal Forestal. Delegación de la Agricultura. Palmira, Cienfuegos. Cuba.

*Autor para la correspondencia: luisd@uniss.edu.cu

Recibido: 14/04/2021.

Aprobado: 06/07/2021.

RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo diagnosticar la situación del arbolado urbano en una sección de la ciudad de Sancti Spíritus. Para ello, se seleccionó un área de 25,39 ha donde se establecieron tres parcelas, en las que se realizó el inventario y clasificación de las especies arbóreas en cuanto a taxonomía, origen, usos, tipo de emplazamiento, estado de desarrollo y fitosanitario; se identificaron los problemas de conflictividad y estimó el volumen de madera de los ejemplares en estado de desarrollo fustal alto. En la sección estudiada, se contabilizaron 1522 árboles, pertenecientes a 59 especies, 55 géneros y 32 familias, de las cuales, Fabaceae y Meliaceae son las mejores representadas con diez y ocho especies respectivamente. La *Casuarina equisetifolia* L. e

285



Hibiscus elatus Sw. presentaron el mayor número de ejemplares con más de 200 en cada caso. Predominan las especies maderables (55,93 %), de las cuales, 722 ejemplares se encuentran en el estado de desarrollo fustal alto, con un volumen de madera estimado de 711,280 m³ en general. El 62,71 % de las especies son perennifolias, y el 49,16 % corresponde a especies autóctonas. Predominan los árboles en grupos (63,4 %); el 85,28 % presenta buen estado fitosanitario, mientras que el 61,76 % necesita algún tipo de atención silvicultural. Los principales problemas identificados fueron ubicación de árboles en suelos compactados; daños a infraestructuras provocados por los sistemas radiculares y la cercanía al cableado eléctrico y telefónico. Finalmente, se proponen un conjunto de acciones para contribuir al mejoramiento de los problemas identificados.

Palabras clave: Arbolado urbano; Clasificación; Conflictividad; Especie; Gestión; Manejo, Planificación.

ABSTRACT

The current research was carried out with the aim of diagnosing the situation of the urban trees in a section of Sancti Spíritus city. For this, an area of 25.39 ha was selected, where three plots were established, in which the inventory and classification of tree species in terms of taxonomy, origin, uses, type of location, state of development and phytosanitary was carried out, unrest problems were identified, and the volume of wood from those in the state of high trunk development was also estimated. In the studied section, 1 522 trees were counted, belonging to 59 species, 55 genera and 32 families, of which Fabaceae and Meliaceae were the best represented with 10 and 8 species respectively. *Casuarina equisetifolia* L. and *Hibiscus elatus* Sw. specified the largest number of individuals with more than 200 in each case. Timber species predominate (55.93 %), of which 722 examples are in high trunk development state, with an estimated volume of wood of 711.280 m³ in general. 62.71 % of the counted individuals are evergreen, and 49.16 % correspond to autochthons species. Trees in groups predominate (63.4 %); 85.28% have a good phytosanitary status while 61.76 % need some type of silvicultural care. The main problems identified were location of trees in compact soils; damage to infrastructures caused by root systems and proximity to electrical and telephone wiring. Finally, some measures are proposed to contribute to the improvement of the identified problems.

Keywords: Urban trees; Classification; Conflictivity; Species; Running; Management; planning

RESUMO

A pesquisa foi desenvolvida tendo como objetivo de diagnosticar a situação da arborização urbana em um setor da cidade de Sancti Spíritus. Para tal, procedeu-se a elaboração de um inventário em três parcelas pré-estabelecidos numa área de 25,30 ha. As espécies arbóreas da área selecionada foram classificadas de acordo a taxonomia, uso, função, localização, estado de desenvolvimento e fitossanitário. Foram identificados problemas de conflito e estimado o volume de madeira dos espécimes em estado de alto desenvolvimento do caule. Na seção estudada, foram contabilizadas 1.522 árvores, pertencentes a 59 espécies, 55 gêneros e 32 famílias, das quais Fabaceae e Meliaceae são as mais bem representadas com 10 e 8 espécies, respectivamente. *Casuarina equisetifolia* L. e *Hibiscus elatus* Sw. apresentaram o maior número de exemplares com mais de 200 em cada caso. As espécies madeireiras predominam (55,93 %), das quais



722 espécimes encontram-se em estado de alto desenvolvimento do caule, com volume de madeira estimado de 711.280 m³ em geral. 62,71 % dos indivíduos contados são perenes, e 49,16 % correspondem a espécies autóctonas. Árvores em grupos predominam (59,46 %); 85,28 % apresentam bom estado fitossanitário enquanto 61,76 % necessita de algum tipo de cuidado silvicultural. Os principais problemas identificados foram a localização das árvores em solos compactados; danos a infraestruturas causados pelos sistemas radicais e proximidade de fiação elétrica e telefônica. Por fim, propõe-se um conjunto de medidas contributivas para a melhoria dos problemas identificados.

Palavras-chave: Árvores urbanas; Classificação; Conflito; Espécies; Gestão; Manejo; Planejamento.

INTRODUCCIÓN

En pleno siglo XXI, continúa siendo un reto para el personal administrativo y planificadores urbanos garantizar que las ciudades sean económica, social y ambientalmente sostenibles, resilientes y capaces de suministrar los servicios ecosistémicos requeridos por los ciudadanos para una buena calidad de vida.

Según FAO, (2017), los bosques urbanos y periurbanos pueden responder a este reto por sus enormes contribuciones a la sostenibilidad ambiental, a la viabilidad económica y a la habitabilidad de los asentamientos, sin embargo, para eso, deben ser bien gestionados y diseñados. En este sentido, afirman Duval *et al.*, (2020), que conocer la dinámica del sistema ambiental urbano es esencial para lograr estos propósitos.

En la selección de especies adecuadas para el establecimiento en el área urbana, es necesario tener en cuenta una serie de factores como, por ejemplo, la disponibilidad de espacio, las condiciones del suelo, los requerimientos ambientales y sociales que tiene la dinámica de la ciudad, así como los costos de establecimiento y mantención (Alvarado *et al.*, 2014). A pesar de los conocidos beneficios del arbolado urbano en términos de equilibrio ecológico, al ejercer funciones reguladoras y depuradoras de carácter ambiental, abrigo y protección a la fauna y flora, así como garantizar una mejora de la calidad de vida de los ciudadanos (Alonso *et al.*, 2019); el establecimiento de especies arbóreas tiene diferentes connotaciones respecto al desarrollo de infraestructura, ya que en algunos casos, esta puede limitar el desarrollo de las especies vegetales (Vargas, 2020) o por el contrario, pueden existir especies que afectan la integridad de la infraestructura, generando situaciones de incompatibilidad que conducen al deterioro o daño de las mismas, o peor aún, ponen en riesgo la seguridad de las personas o de la infraestructura (Morales, 2018).

Sancti Spíritus no escapa a esta problemática, y como en varias ciudades cubanas, se puede apreciar en diferentes áreas, la plantación de especies arbóreas sin que se hayan tenido en cuenta criterios de armonización entre los requerimientos propios del hábitat urbano y los de estas especies vegetales. La manera en que se gestionan y manejan los árboles urbanos, así como muchas de las soluciones de diseño adoptadas para su establecimiento, inciden negativamente en la calidad de las mismas. Muchas áreas, que originalmente fueron concebidas con espacios para árboles, muestran en la actualidad fallas en cuanto a diseño, planificación y gestión, que conducen al deterioro progresivo de su imagen y limitan no solamente sus potencialidades de uso por parte de la población, sino además la función ambiental tan importante que tienen los árboles en la ciudad.



Sobre la base de lo expresado anteriormente, se desarrolló esta investigación, con el objetivo de diagnosticar el estado actual del arbolado urbano en una sección de Sancti Spíritus caracterizada por abarcar dos de los parques recreativos más importantes de la ciudad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y generalidades del estudio

Para esta investigación se seleccionó un área de 25,39 ha, que se encuentra ubicada en las coordenadas 21p 55'35.09" N 79p 26'03,63" W. (Figura 1). En la misma, se localizan dos de los parques recreativos más importantes de la ciudad: la Feria Agropecuaria y el Parque Zoológico Provincial.



Figura. 1. - Delimitación del área de estudio y establecimiento de los polígonos de diagnóstico

La delimitación de la sección de estudio, así como la determinación de su área se realizó mediante el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) (por sus siglas en inglés). Dentro de la misma se establecieron tres (3) parcelas para facilitar los recorridos y registro de información; el criterio para la selección de estas, coincidió con las áreas de trabajo que establece la empresa de Servicios Comunales para la plantación y atención al arbolado urbano en Sancti Spíritus, quienes normalmente utilizan el término "manzanas" para designarlas.

Las áreas de cada parcela son:

- P-1= 6,02 ha
- P-2= 8,25 ha
- P-3= 11,12 ha



Tanto la Feria Agropecuaria, como el Parque Zoológico, se consideraron parcelas en toda su extensión. El punto cero o de partida para los recorridos se fijó en la intercepción entre la Avenida de los Mártires y la calle Telo Sánchez. Solo se trabajó en áreas del sector estatal.

Durante los recorridos por las parcelas (trabajo de campo) se utilizó el método de inspección visual directa para determinar los siguientes aspectos:

- Tipo de emplazamiento: se refiere a la forma en que están establecidos los árboles en el área; (bosquete, palmar, bosquecillo, árboles en grupo, árbol aislado, alineación con parterres, árboles conformados, seto podado, separador).
- Estado físico y sanitario de los ejemplares: se refiere a la identificación de árboles con algún tipo de afectación en su constitución externa (daños mecánicos en troncos y/o ramas, bifurcación, oquedades, afectación por enfermedades, necrosis).
- Necesidad de atenciones silviculturales: se refiere a las actividades que normalmente se deben realizar para el adecuado manejo del arbolado urbano (podas parciales o totales, extracción, aplicación de Mulch, descompactación del suelo).

Problemas de conflictividad: en este caso, se determinaron tres tipos de riesgos, asumiendo como tales, aquellas amenazas o vulnerabilidades que pueden terminar en un evento de gravedad (Amézquita y Gavilán, 2020):

- a) Riesgos que representan posibles daños provocados por los árboles debido a diferentes circunstancias, que conllevan situaciones en las que estos afectan infraestructuras por sus propios hábitos de crecimiento.
- b) Riesgos que representan posibles daños para los árboles, debido a factores que pueden afectar su normal desarrollo y calidad de vida.
- c) Riesgos que representan posibles daños a los seres humanos, debido al debilitamiento y quiebra de árboles, a la caída excesiva de hojas y flores, o aquellos que debido a un mal manejo o mal emplazamiento limitan la visibilidad en las vías. En todos estos casos, se convierten en causantes de problemáticas o accidentes que afectan de diferentes maneras a las personas.

Otras actividades desarrolladas durante los recorridos fueron:

- Registro del nombre vulgar de cada uno de los individuos de porte arbóreo y conteo de los ejemplares presentes en cada parcela.
- Mediciones de altura total y diámetro a 1.30 m a todos los ejemplares de las especies maderables, para lo cual se utilizó un hipsómetro BLUME LEISS y cinta diamétrica respectivamente.
- Determinación del estado de desarrollo: a partir de las mediciones dendrométricas realizadas.

Mediante un trabajo de gabinete, utilizando el método de consultas a fuentes bibliográficas y personal especializado, así como revisiones de materiales de herbarios, se determinaron los siguientes aspectos:



- Clasificación taxonómica: hasta el nivel especie.
- Origen: se refiere a la identificación de especies autóctonas, (asumidas como aquellas que se cree llegaron naturalmente al país sin la intervención del hombre, por tanto, es lo contrario de especies introducidas) y las exóticas, (asumidas como aquellas especies foráneas que han sido introducidas en el país por los seres humanos, intencional o involuntariamente).
- Permanencia del follaje: se asumieron solamente dos grupos; perennifolias y caducifolias.
- Uso principal de la especie: se consideraron solamente las maderables, ornamentales, frutales y en la categoría "otro" se ubicaron las especies cuyo uso principal difiere de los antes mencionados, por ejemplo, medicinal y alimento animal. Es necesario destacar que esta clasificación se realizó sobre la base de lo que refleja la bibliografía especializada y no según la función que realizan los ejemplares estudiados en su área de emplazamiento.

A las especies no conocidas por los autores se les tomaron varias fotografías y muestras botánicas para su posterior identificación.

A partir de las mediciones dendrométricas realizadas y utilizando el software Excel (2016), se determinó el volumen de madera en general, por especies (maderables) y por familias. El cálculo se realizó solamente para los ejemplares en el estado de desarrollo fustal alto por ser los más susceptibles a ser sustituidas durante las actividades de manejo; para ello se utilizó la siguiente ecuación matemática (Ecuación 1).

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot h \cdot f \quad (1)$$

Leyenda:

d= diámetro (cm)

h= altura (m)

f= coeficiente de forma



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la sección de estudio se registraron un total de 1522 ejemplares de porte arbóreo, pertenecientes a 59 especies, 55 géneros y 32 familias (Tabla 1).

Tabla 1. - Familias y especies presentes en el área de estudio, con otros datos relevantes

Familia	Especie (Nombre científico)	No. de ejemplar.	Orign.	Perman. del follaje	Uso principal
Anacardiaceae	<i>Manguifera indica</i> L.	4	Ex	Perennif.	Frutal
Araliaceae	<i>Shefflera actinophylla</i> (Endl.) Harms.	6	Ex	Perennif.	Ornament
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze.	3	Ex	Perennif.	Ornament
Arecaceae	<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) B. J. & J. D.	134	Ex	Perennif.	Ornament
Bignoniaceae	<i>Tabebuia angustata</i> Britt.	67	Au	Caducif.	Maderable
	<i>Spatodea campanulata</i> P. Beauv.	4	Ex	Caducif.	Ornament
	<i>Crescentia cujete</i> L.	5	Au	Perennif.	Maderable
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i> (R. y P.) Cham.	1	Au	Perennif.	Maderable
	<i>Cordia collococca</i> L.	36	Au	Perennif.	Frutal
	<i>Cordia dentata</i> Jacq.	1	Au	Perennif.	Frutal
Caesalpinaceae	<i>Caesalpinia violácea</i> (Mill.) Standl.	22	Au	Perennif.	Maderable
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> (L.) Forst.	287	Ex	Perennif.	Maderable
Clusiaceae	<i>Calophyllum antillanum</i> (Britt.) Standl.	16	Au	Perennif.	Maderable
	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	6	Au	Perennif.	Maderable
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	41	Ex	Caducif.	Frutal
Cupressaceae	<i>Juniperus lucayana</i> Britton.	10	Au	Perennif.	Maderable
Cycadaceae	<i>Cycas revoluta</i> Trunb.	3	Ex	Perennif.	Ornament
Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i> L.	2	Ex	Perennif.	Ornament
	<i>Aleurites moluccana</i> (L.) Willd.	1	Ex	Perennif.	Maderable
Fabaceae	<i>Bauhinia variegata</i> L.	1	Ex	Caducif.	Ornament
	<i>Delonix regia</i> (Bojer) Raf.	49	Ex	Caducif.	Ornament
	<i>Phyllocarpus septentrionales</i> Donn. Sm.	1	Ex	Caducif.	Ornament
	<i>Albizzia lebbeck</i> (L.) Benth.	35	Ex	Caducif.	Ornament
	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merrill.	38	Au	Perennif.	Maderable
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit.	2	Ex	Perennif.	Maderable
	<i>Tamarindus indica</i> L.	2	Ex	Perennif.	Frutal
	<i>Peltophoron ferrugineum</i> Benth.	7	Ex	Caducif.	Ornament
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jac.) Kunth. y Walp.	1	Au	Caducif.	Maderable
	<i>Lonchocarpus domingensis</i> (Poir) DC.	1	Au	Perennif.	Maderable
Laminaceae	<i>Gmelina arbórea</i> Roxb.	21	Ex	Caducif.	Maderable
Lythraceae	<i>Lagerstrodermia speciosa</i> (L.) Pers.	4	Ex	Caducif.	Ornament
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	1	Au	Caducif.	Maderable



	<i>Hibiscus elatus</i> Sw.	241	Au	Perennif.	Maderable
Meliaceae	<i>Khaya nyasica</i> Stapf.	20	Ex	Perennif.	Maderable
	<i>Khaya senegalensis</i> Juss.	2	Ex	Caducif.	Maderable
	<i>Cedrela odorata</i> L.	24	Au	Caducif.	Maderable
	<i>Trichilia hirta</i> L.	1	Au	Perennif.	Maderable
	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer.	4	Au	Perennif.	Maderable
	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	127	Ex	Caducif.	Maderable
	<i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq.	5	Au	Caducif.	Maderable
	<i>Azadirachta indica</i> L.	7	Ex	Caducif.	Maderable
Moraceae	<i>Ficus</i> spp	32		Perennif.	Ornament
Moringaceae	<i>Moringa oleífera</i> Lam.	2	Ex	Caducif.	Otros
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> spp	19	Ex	Perennif.	Maderable
	<i>Psidium guajava</i> L.	1	Au	Perennif.	Frutal
Palmaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	3	Ex	Perennif.	Frutal
	<i>Coccothrinax crinita</i> (G. & H. W. ex C. H. Wright) Becc.	1	Au	Perennif.	Ornament
	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O. F. Cook	1	Au	Perennif.	Ornament
Pinaceae	<i>Pinus caribaea</i> Morelet.	13	Au	Perennif.	Maderable
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> (L.) Pav. ex Meisn	19	Ex	Caducif.	Ornament
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. ex R. Br.	4	Ex	Perennif.	Maderable
Ramneaceae	<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	3	Au	Perennif.	Maderable
Rubiaceae	<i>Calicophyllum candidissimum</i> (Vahl.) DC	16	Au	Caducif.	Maderable
Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i> L.	1	Ex	Perennif.	Frutal
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	1	Au	Perennif.	Frutal
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	23	Au	Perennif.	Maderable
Urticaceae	<i>Cecropia screbliana</i> L.	10	Au	Perennif.	Maderable
Verbenaceae	<i>Tectona grandis</i> Lf.	117	Ex	Caducif.	Maderable
	<i>Vitex divaricata</i> Urb.	13	Au	Caducif.	Ornament

Leyenda: Ex= Exótica; Au= Autóctona; Perennif. = Perennifolia; Caducif. = Caducifolia

A partir de la información presentada en la tabla anterior se pueden resumir los siguientes aspectos:

Familias con mayor número de especies

En la Figura 2, se ilustra que las familias Fabaceae, Meliaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae y Palmaceae son las mejor representadas en la sección de estudio de acuerdo al número de especies (Figura 2).



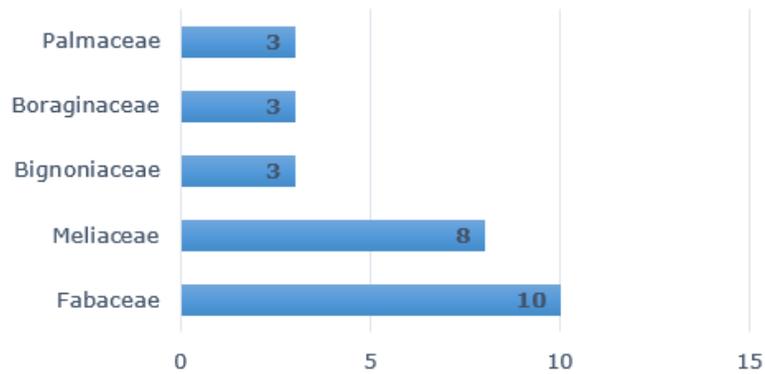


Figura. 2. - Familias representadas por un mayor número de especies

Estos resultados son similares a los obtenidos por Machado *et al.*, (2016), quienes estudiaron áreas de valor patrimonial en Santiago de Cuba y constataron una mayor representatividad de la familia Fabaceae con diez especies. Por su parte, Leal *et al.*, (2018), en un área similar a la seleccionada para este estudio en Nuevo León, México, registró 2066 individuos, con mayor representatividad para esta misma familia.

Especies con mayor número de ejemplares

Como se muestra en la Figura 3, fueron *C. equisetifolia* e *H. elatus* las especies con mayor abundancia de ejemplares con más de 200 en cada caso, seguidas por *D. lutescens*, *S. macrophylla* y *T. grandis*, con más de 100 cada una (Figura 3).

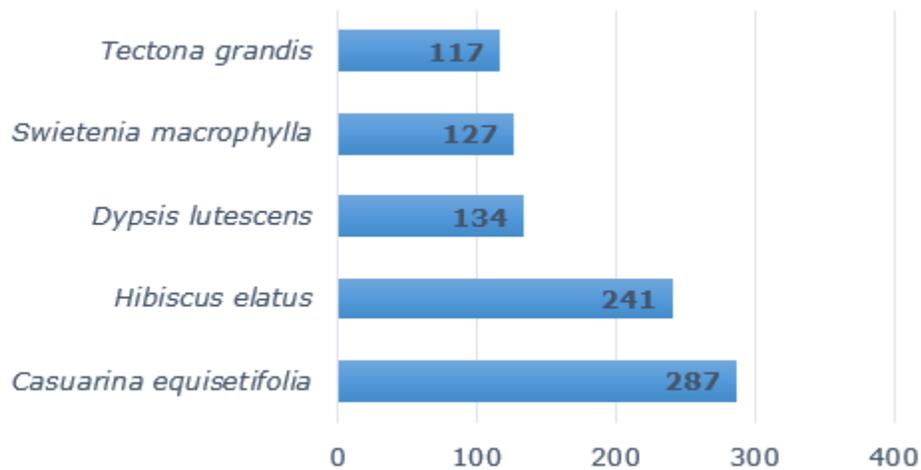


Figura. 3. - Especies con mayor abundancia de ejemplares

El mayor número de individuos corresponde a una especie exótica, (*C. equisetifolia*), considerada por varios autores como invasora, que además presenta en general una copa rala y no produce flores vistosas, esta especie es más aceptable para el establecimiento de plantaciones con fines maderables, energéticos y/o restauradores,



sobre todo, en sitios donde se realizan labores de minería a cielo abierto, por ser formadora de suelo. Este resultado indica problemas de planificación, ya que muchas veces el arbolado urbano se establece atendiendo más a la disponibilidad de plantas en los viveros, el rápido crecimiento y la gran plasticidad que muestran algunas especies; que a la función que deben desempeñar en los lugares donde son emplazados. Por su parte, *H. elatus* (majagua), es una especie autóctona, presenta una buena copa, flores vistosas y es muy apreciada por los múltiples usos que ofrece, entre los que se destacan el medicinal, el maderable y el ornamental.

Resultados similares obtuvieron Bonilla *et al.*, (2019) al realizar estudios en una sección de la ciudad de Pinar del Río, donde encontraron abundancia de ejemplares de esta especie, mientras que Sosa *et al.*, (2011), realizaron una investigación semejante en el municipio de Guisa, Granma, y constataron un mayor número de ejemplares de casuarina en el área estudiada.

Clasificación de las especies por su origen

Si bien en la sección seleccionada para el estudio se constata equilibrio entre las especies exóticas (50,84 %) y las autóctonas (49,16 %), las primeras están representadas por un mayor número de ejemplares con 928 (60,97 %). De acuerdo con los resultados obtenidos en investigaciones similares a nivel nacional (Sosa *et al.*, 2011; Jiménez *et al.*, 2015; Machado *et al.*, 2016; Bonilla *et al.*, 2019) e internacional (Morales, 2018; Leal *et al.*, 2018), las especies autóctonas son menos elegibles a la hora de planificar y gestionar el arbolado urbano; lo que se debe fundamentalmente al mayor volumen de información que existe sobre el manejo y propagación de las especies exóticas, a la plasticidad de muchas de ellas, y a su rápido crecimiento.

Clasificación de las especies por la permanencia del follaje

El 62,71 de las especies presentes en el área son perennifolias. Para la Silvicultura Urbana es importante tener en cuenta este aspecto, ya que el emplazamiento de los árboles con tales características debe priorizarse en lugares donde su función sea ofrecer sombra, así como en áreas donde la excesiva caída de hojas y flores típica de las especies caducifolias pudiera convertirse en un riesgo para los transeúntes.

Clasificación de las especies por su uso principal

De las 59 especies identificadas el 55,93 % son maderables; 28,81 % son ornamentales; 13,55 % frutales y una especie (1,71 %), la *M. oleífera*, es fundamentalmente medicinal.

En la actualidad, existe la tendencia a potenciar el establecimiento de frutales como parte del arbolado urbano, ya que, según FAO, (2017), la presencia de estas especies es muy importante, teniendo en cuenta el rol que pueden jugar en la soberanía y seguridad alimentaria. Por otra parte, considerando que una de las áreas estudiadas es el Parque Zoológico, contemplar la planificación del establecimiento de frutales tendría un impacto significativo como complemento nutricional en la dieta de los animales.



Otras informaciones relevantes obtenidas en el estudio fueron las siguientes:

Árboles por parcela

- La parcela tres presentó el mayor número de ejemplares con 932, seguida por las parcelas dos y uno, con 332 y 258 respectivamente.
- Se constató en la sección estudiada, que un 9,13 % son árboles estipitados.

Clasificación de los ejemplares de acuerdo a su estado de desarrollo

De los 1115 ejemplares pertenecientes a especies maderables, se constató que 722 (64,75 %), se encuentran en estado de desarrollo fustal alto; el 27,13 % en fustal bajo; 6,01 % en brinzal y un 2,11 % en latizal.

Es importante observar el estado de desarrollo de los árboles emplazados, ya que, como refiere Matamoros, (2019) de ello depende en gran medida la planificación de las podas y otras atenciones culturales que demandarán un mayor número de recursos a medida que este sea más avanzado, lo que puede encarecer grandemente el mantenimiento de las áreas urbanas. La importancia de este aspecto ha sido resaltada también por Carbajal, (2018), para quien la longevidad de los árboles puede llegar a convertirse en un factor de alto riesgo si no son bien manejados.

Mediciones dendrométricas

Los valores del diámetro a 1.30 m en la masa arbórea estudiada se encuentran entre 9 y 125 cm, mientras que los valores de altura oscilan entre 3 y 21 m. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Sosa *et al.*, (2011) en la ciudad de Guisa, provincia Granma, quienes reportan diámetros desde 3,4 hasta 95 cm y alturas desde 1,5 hasta 25 m.

Volumen estimado

El volumen total estimado en la sección de estudio fue de 711,280 m³. Las familias Casuarinaceae, Malvaceae, Verbenaceae y Meliaceae presentaron los mayores valores en las especies *C. equisetifolia*, *H. elatus*, *T. grandis* y *S. macrophylla* respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. - Valores del volumen de madera estimado por especies

Especies	Familias	Volumen (m ³)
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarinaceae	190,219
<i>Hibiscus elatum</i>	Malvaceae	101,529
<i>Tectona grandis</i>	Verbenaceae	81,493
<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	79,088

El comportamiento por parcelas fue el siguiente:

- P-1 = 23,462 m³; equivalentes a 3,879 m³ ha⁻¹
- P-2 = 208,300 m³; equivalentes a 25,248 m³ ha⁻¹



- P-3 = 479,518 m³; equivalentes a 43,122 m³ ha⁻¹

El resultado está estrechamente ligado al mayor número de ejemplares de especies maderables presentes en la tercera parcela, la mayoría de los cuales se encuentran en estado sobremaduro.

Estado físico y sanitario

La masa arbórea estudiada está sana, ya que el 85,28 % de los ejemplares no presenta daños visibles en su constitución externa. Las afectaciones por enfermedad y los daños mecánicos en troncos y ramas se observaron en el 8,67 % y el 2,89 % de los individuos.

Estos resultados coinciden con los de *Sosa et al.*, (2011), *Morales*, (2018) y *Matamoros*, (2019), quienes constataron en sus zonas de estudio la mayoría de los ejemplares con buen estado físico y sanitario. Mientras que *Guerra et al.*, (2010) en áreas de la ciudad de Pinar del Río, constataron como daños más frecuentes, los mecánicos, a la corteza y por enfermedades.

A pesar del buen estado de la masa, 940 árboles, que representan el 61,76 %, requieren algún tipo de intervención silvicultural, sobre todo podas parciales y mejoramiento de los hoyos. Estas atenciones no solamente son necesarias para minimizar los riesgos, sino también para mejorar las condiciones de desarrollo de los árboles.

Clasificación de acuerdo al tipo de emplazamiento

Predominan los árboles en grupo (63,4 %), en los que, *H. elatus*, *C. equisetifolia*, *T. grandis* y *S. macrophylla* son las especies más representadas. Los árboles aislados (21,41 %) y los alineados con parterres (13,2 %) son los otros tipos de emplazamiento más observados en la sección de estudio. Este resultado es consistente con la presencia en la sección de estudio de dos parques recreativos, y centros educativos como escuelas primarias, círculos infantiles, la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNISS entre otros.

Conflictividad

Los resultados del análisis de conflictividad y que a la vez representan daños o riesgos potenciales, se resumen a continuación:

Riesgos que representan daños provocados por los árboles

- Conflictividad con el tendido eléctrico y telefónico. Esto constituye un problema de manejo del arbolado en el área. Se debe fundamentalmente a que no se realizan las podas establecidas. Ejemplos de especies en esta situación son *Eucalyptus spp* y *K. nyasica*.
- Conflictividad de los sistemas radiculares con aceras y vías. Se debe fundamentalmente a problemas de planificación, ya que se observa la ubicación de especies de gran porte y amplios sistemas radiculares en espacios limitados. Ejemplos: *S. macrophylla*, *K. nyasica* y *G. arbórea*.
- Conflictividad con infraestructuras u obras constructivas. Se trata de árboles emplazados extremadamente cerca de las edificaciones, lo que muchas veces



causa problemas de visibilidad y la inclinación de los fustes. Ejemplo: *Sh. actinophylla*.

Riesgos como los mencionados en este grupo, han sido reportados por Morales, (2018); Bonilla *et al.*, (2019); Amézquita y Gavilán (2020). Mientras que Ramos, (2019), refiere que estos son los principales problemas o conflictos que se presentan en los entornos urbanos en la mayoría de los países.

Riesgos que representan daños provocados a los árboles

- Insuficiente espacio vital.
- Emplazamiento en suelos compactados.
- Daños mecánicos en troncos y ramas, provocados generalmente por actos vandálicos, y otros provocados por fenómenos naturales.

Estos tipos de riesgos han sido citados en investigaciones similares por Guerra *et al.*, (2010); Morales, (2018) y Matamoros, (2019).

Riesgos que representan daños para los seres humanos

- Visibilidad. Se refiere a los árboles que interfieren en la visibilidad de semáforos o señales de tránsito, lo cual puede provocar accidentes. Ejemplares de las especies *Ficus spp* y *T. angustata* presentan este tipo de riesgo en el área estudiada.
- Tránsito. Se refiere a especies con una excesiva caída de hojas y flores, emplazados en áreas con gran tránsito de personas, lo que dificulta el movimiento de las mismas. Se observaron ejemplares de la especie *P. ferrugineum* con este tipo de riesgo.

Estos tipos de conflictos han sido mencionados como frecuentes en el arbolado urbano (Matamoros, 2019 y Weisz, 2020).

Acciones recomendadas para eliminar o minimizar los problemas de conflictividad identificados en la sección de estudio

- Realizar la extracción y aprovechamiento de los ejemplares en estado fustal alto con determinado grado de conflictividad.
- Aplicar Mulch para mejorar la estructura y calidad del suelo donde se desarrollan los árboles.
- Llevar a cabo labores de descompactación de suelo para mejorar la infiltración.
- Realizar las labores de podas necesarias de acuerdo con el grado de conflictividad y riesgos potenciales que presentan los ejemplares.
- Fomentar el cuidado y siembra de frutales, así como especies altas retenedoras de Carbono.



- Establecer señalizaciones donde sea necesario para incentivar el cuidado y protección de los árboles.
- Promover el respeto hacia la existencia de los árboles y plantaciones establecidas por parte de entidades restauradoras o constructoras de nuevas obras en la ciudad.
- Establecer estrategias educativas orientadas a elevar el conocimiento de los pobladores sobre la importancia del arbolado urbano.
- Incrementar la presencia de especies endémicas y autóctonas.
- Sustituir los árboles en estado sobremaduro garantizando su aprovechamiento de acuerdo a su función principal.
- Actualizar el Plan de Manejo para el arbolado de las diferentes secciones de la ciudad en correspondencia con los diagnósticos que se realicen.

CONCLUSIONES

El arbolado urbano en la sección de la ciudad de Sancti Spíritus seleccionada para el estudio es abundante y diverso; su estado físico y sanitario es bueno, sin embargo, se constatan problemas en cuanto a diseño, planificación y gestión.

Las familias representadas por un mayor número de especies son Fabaceae y Meliaceae; mientras que *C. equisetifolia* y *H. elatus* presentan la mayor abundancia de individuos.

Aunque existe equilibrio entre el número de especies exóticas y autóctonas, las primeras están representadas por un mayor número de ejemplares.

En el área de estudio abundan las especies perennifolias y maderables, lo que representa una ventaja en términos de servicios ambientales.

Mediante el estudio del tipo de emplazamiento se determinó un predominio de los árboles en grupos, representados mayoritariamente por las especies *H. elatus*, *C. equisetifolia*, *T. grandis* y *S. macrophylla*.

El análisis de conflictividad permitió identificar un grupo de riesgos que representan posibles daños a infraestructuras, a los propios árboles y a los seres humanos; lo que conllevó la propuesta de medidas que permiten no solamente gestionar los mismos, sino también trazar estrategias comunicativas que favorezcan la toma de conciencia por parte de la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO M.; MORALES, C.; VALLEJOS BARRA, O.; JOLOCHIN, G.Y PONCE DONOSO, M. 2019. Evaluación de la fórmula que determina el valor monetario del arbolado urbano en Montevideo, Uruguay. En: *Revista de Ciencias Forestales Quebracho* [en



línea], vol. 27, no. (1,2), pp. 13-25. Disponible en:
<https://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/vol27n1a03.pdf>

ALVARADO OJEDA, A.; GUAJARDO BECCHI, F.; DEVIA CORTÉS, S. 2014. *Manual de Plantación de árboles en áreas urbanas*. Corporación Nacional Forestal. Santiago de Chile. Editorial: Maval Ltda. 94 pp. ISBN: 978-956-7669-41-7.

AMÉZQUITA ANDRADE, A. A.; GAVILÁN SOCHE, E. A. 2020. Censo del arbolado urbano ubicado en el Cantón Norte del Ejército Nacional de Colombia en la ciudad de Bogotá D.C. Tesis de Grado. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/25386/>

BONILLA VICHOT, M. M.; CRESPO PAREDES, E. Y MEDINA BONILLA, D. F. 2019. Arbolado urbano. Estudio de caso: Reparto Hermanos Cruz, Pinar del Río, Cuba. En: *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad* [en línea], vol. 2, no. 2, pp. 52-60. DOI: <https://doi.org/10.46380/rias.v2i2.49>

CARBAJAL CELLER, R. 2018. Evaluación del estado de riesgo físico y sanitario de los árboles de la Av. Pedro de Osma. Municipalidad distrital de Barranco, Lima, Perú. Informe Final. Disponible en: <https://munibarranco.gob.pe/wp-content/uploads/>

DUVAL, V. S.; BENEDETTI, G. M.; BAUDIS, K. 2020. El impacto del arbolado de alineación en el microclima urbano. Bahía Blanca, Argentina. *Investigaciones Geográficas*, [en línea], vol. 73, pp. 171-188. Disponible en: <https://doi.org/10.14198/INGEO2020.DBB>

FAO. 2017. Directrices para la silvicultura urbana y periurbana, por Salbitano, F., Borelli, S., Conigliaro, M. y Chen, Y. Estudio FAO: Montes N° 178, Roma, FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i6210s/i6210s.pdf>

GUERRA, M.; FRÍAS, M. y BARREDO, H. 2010. Evaluación de masas del arbolado urbano para la mejora del medio ambiente en la ciudad de Pinar del Río. Instituto Politécnico Nacional. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/277123940>

JIMÉNEZ ÁGUILA, M. 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*, vol. 34, no. 1, pp. 95 - 101.

LEAL ELIZONDO, C. E.; LEAL ELIZONDO, N.; ALANÍS RODRÍGUEZ, E.; PEQUEÑO LEDEZMA, M. Á. MORA OLIVO, A. Y BUENDÍA RODRÍGUEZ, E. 2018. Estructura, composición y diversidad del arbolado urbano de Linares, Nuevo León. En: *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, [en línea], vol. 9, no. 48, pp. 252-270. DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i48.129>

MACHADO CARCASÉS, G.; CARRACEDO GONZALEZ, C. J.; ACOSTA CANTILLO, F. 2016. Composición del arbolado en áreas de interés histórico y monumental de la ciudad de Santiago de Cuba. En: *Ciencia en su PC*, [en línea], no. 3, pp. 94-103. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181349355008.pdf>



- MATAMOROS VINCES, N. 2019. Análisis y posterior valoración del estado del arbolado de zonas verdes de la ciudad de Valencia. Trabajo Final de Grado. Universitat Politècnica de València. Escola Politècnica Superior de Gandia. 47pp. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/131014>
- MORALES PIZARRO, M. S. 2018. Evaluación del estado de conservación del arbolado urbano, en sector de la ciudad de Coyhaique con mayores demandas de intervención. Tesis de Grado. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales. Valdivia, Chile. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/fifm828e/doc/fifm828e.pdf>
- RAMOS PALACIOS, C. R. 2019. Medidas dendrométricas básicas y distribución del arbolado en banquetas. Informe de proyecto. Ciudad de San Luis Potosí. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Habitat. 51 pp. Disponible en: <https://slp.gob.mx/segam>
- SOSA LÓPEZ, A. MOLINA PELEGRÍN, Y.; PUIG PÉREZ, A. Y RIQUENES VALDÉS, E. 2011. Diagnóstico de la situación del arbolado urbano en la ciudad de Guisa. En: *Revista Forestal Baracoa*, [en línea], vol. 30, no. 1, pp. 73-78. Disponible en: http://www.actaf.co.cu/revistas/rev_forestal/Baracoa-2011-1/
- VARGAS R, A. 2020. *Manejo de árboles urbanos* [en línea]. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal y Grupo de Empresas Chilquinta Energía. Primera Edición. [consulta: 26 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.chilquinta.cl/storage/pdf/7510ded18b381b033eef98b5ad925d9a.pdf>
- WEISZ RESTREPO, J. F. 2020. El arbolado urbano como sujeto de derechos: Un elemento para la creación de un proyecto para la gobernanza ambiental en la localidad de Teusaquillo, Bogotá 2020. Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Javeriana, Colombia. 61 pp. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/50487/>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Luis Alberto Delgado Fernández: Concepción de la idea, búsqueda y revisión de literatura, confección de instrumentos, aplicación de instrumentos, recopilación de la información resultado de los instrumentos aplicados, análisis estadístico, confección de tablas, gráficos e imágenes, asesoramiento general por la temática abordada, redacción del original (primera versión), revisión y versión final del artículo, corrección del artículo, coordinador de la autoría, traducción de términos o información obtenida, revisión de la aplicación de la norma bibliográfica aplicada.

Adrián Rabassa Pérez: Concepción de la idea, búsqueda y revisión de literatura, confección de instrumentos, aplicación de instrumentos, recopilación de la información resultado de los instrumentos aplicados, análisis estadístico, confección de tablas, gráficos e imágenes, asesoramiento general por la temática abordada, redacción del original (primera versión), revisión y versión final del artículo, corrección del artículo, coordinador de la autoría, traducción de términos o información obtenida, revisión de la aplicación de la norma bibliográfica aplicada.

Ana Gertrudis Trocones Boggiano: Concepción de la idea, búsqueda y revisión de literatura, confección de instrumentos, aplicación de instrumentos, recopilación de la información resultado de los instrumentos aplicados, análisis estadístico, confección de tablas, gráficos e imágenes, asesoramiento general por la temática abordada, redacción del original (primera versión), revisión y versión final del artículo, corrección



del artículo, coordinador de la autoría, traducción de términos o información obtenida, revisión de la aplicación de la norma bibliográfica aplicada.

Ildefonso Orrantia Cárdenas: Concepción de la idea, búsqueda y revisión de literatura, confección de instrumentos, aplicación de instrumentos, recopilación de la información resultado de los instrumentos aplicados, análisis estadístico, confección de tablas, gráficos e imágenes, asesoramiento general por la temática abordada, redacción del original (primera versión), revisión y versión final del artículo, corrección del artículo, coordinador de la autoría, traducción de términos o información obtenida, revisión de la aplicación de la norma bibliográfica aplicada.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.
Copyright (c) 2021 Luis Alberto Delgado Fernández, Adrián Rabassa Pérez, Ana Gertrudis Trocones Boggiano,
Ildefonso Orrantia Cárdenas

