

Evaluación del estado fitosanitario y de riesgo del bosque urbano de Colón, Panamá

Evaluation of the phytosanitary and risk status of the urban forest of Colón, Panama

Félix A. Biens Bethancourt. Universidad de Panamá. felix_1_5@yahoo.es <http://orcid.org/0000-0002-9157-0863>;

Francisco Farnum Castro. Universidad de Panamá. frank0423@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0002-5879-2296>

Resumen

Este proyecto consistió en identificar y evaluar la salud de los árboles de tres zonas de la ciudad de Colón, con el propósito de determinar y sugerir el manejo apropiado de acuerdo con el caso (talado, reemplazo, reubicación o poda). Se georreferenció cada árbol y se creó un mapa con los datos para que facilitar el tratamiento de estos. Las áreas específicas fueron: Centro de la ciudad de Colón, Arco Iris y Margarita; se colectaron datos sobre las especies, morfometría, condición de salud y ubicación de los árboles a lo largo de las áreas establecidas, dando como resultado un total de 87 especies en un área de estudio de 0.26 km².

Esta información llena el desconocimiento de la cantidad, calidad y especies de árboles que se encuentran en las áreas de servidumbre de las zonas urbanas del distrito de Colón y, con ello, se busca tener la data base para la futura elaboración de un plan de manejo que permita gestionar los árboles que se encuentran en peligro y que deben ser protegidos, ya que representan un peligro para la comunidad y deben ser tratados de acuerdo con soluciones estándares.

Palabras clave: Bosque urbano, conservación, estado fitosanitario, estado de riesgo

Abstract

This project consisted of identifying and evaluating the trees health in three areas of Colon city to determine and suggest the appropriate management according to the case (felling, replacement, relocation, or pruning). Each tree was georeferenced, and a map was created with the data to facilitate their treatment. The specific areas were: Downtown Colón, Arco Iris, and Margarita; data were collected on the species, morphometry, health condition, and location of the trees and the established areas, resulting in a total of 87 species in a study area of 0.26 km².

This information fills the ignorance of quantity, quality, and species of trees found in the easement areas of the urban areas of the Colón district and, with this, it seeks to have the database for the future elaboration of a plan of management that allow managing the trees that are in danger and that must be protected since they represent a danger to the community and must be treated according to standard solutions.

Keywords: Urban forest, conservation, phytosanitary status, risk status

INTRODUCCIÓN

A diferencia de los árboles presentes en los bosques naturales o protegidos y en áreas rurales, en la ciudad los árboles satisfacen directamente no sólo servicios ambientales, sino también sociales y culturales, y por sus beneficios sobre todo en el aspecto decorativo y el bienestar físico y psicológico que proporcionan (Ariyaningsih *et al.*, 2019). También, tienen un componente asociado a lo económico (Villareal, 2013). Los árboles son un elemento de la imagen de la ciudad, tienen un volumen determinado según sus diferentes hábitos y, por lo tanto, modifican el espacio en que se plantan.

La ciudad de Colón durante décadas se caracterizó por sus avenidas y parques llenos de árboles, esto permitía encontrar espacios de esparcimiento y sosiego a las personas que vivían o visitaban el lugar, además que les ofrecían los beneficios ambientales ya mencionados (Reyes Avilés *et al.*, 2010). Hoy día vemos que esta realidad ha cambiado, en parte por la falta de una política de mantenimiento de áreas verdes y por otro lado por el impacto de los proyectos de renovación urbana de Colón iniciados en 2015. Ante esta situación, se hace necesario, ahora más que nunca, que la ciudad tenga un plan para administrar sus áreas verdes, pero el mismo debe ser el resultado de trabajo científico y de la participación público-privada (Escobedo *et al.*, 2018). Por esta razón, este Proyecto se propuso dar respuesta científica al desconocimiento de la riqueza y del estado fitosanitario de los árboles de las áreas de servidumbre urbana de Colón.

Se propone el concepto de bosque urbano, como una unidad integrada por el conjunto de todos los árboles dentro del perímetro de una ciudad, sea en parques y avenidas o bien a individuos relativamente aislados, que cumplen una función ecosistémica y que guardan alguna relación con bosques periféricos, por tanto, el bosque urbano es de igual manera una unidad integradora.

Así, este proyecto tuvo como objetivo general recabar información de base para la elaboración de un plan de manejo de las áreas verdes urbanas del distrito de Colón, debido a la importancia y beneficios ambientales y socioculturales que resultan de estos espacios, ya en varias ocasiones se ha considerado la particular necesidad de su protección (Ley 63, 2015; FAO 2017); ya que otorgan

intangibles mejoras a la salud física y psíquica humana, incluso la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1998; Turner-Skoff y Cavender, 2019) los contempla considerando estos espacios como una recomendación ineludible, dentro de cualquier ciudad moderna, para una mejor calidad de vida (Rendón Gutiérrez, 2010). Además, constituyen espacios ligados a una dinámica ecológica que han podido establecerse a lo largo de años de interacción con organismos silvestres que viven o migran dentro de las ciudades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio exploratorio fue realizado durante los meses de enero a junio de 2019, dentro de los corregimientos de Barrio Norte, Barrio Sur y Cristóbal en el Distrito de Colón. Se eligieron árboles ubicados en parques, avenidas y espacios públicos de tres puntos específicos de los mencionados corregimientos:

1. Colón centro: Parque de la Avenida Central; Parque Sucre; Avenida Roosevelt.
2. Arco Iris: Predios del Centro Regional Universitario de Colón (CRUC) y alrededores.
3. Margarita: Calle 5ta, 6ta y Ave. Espavé.

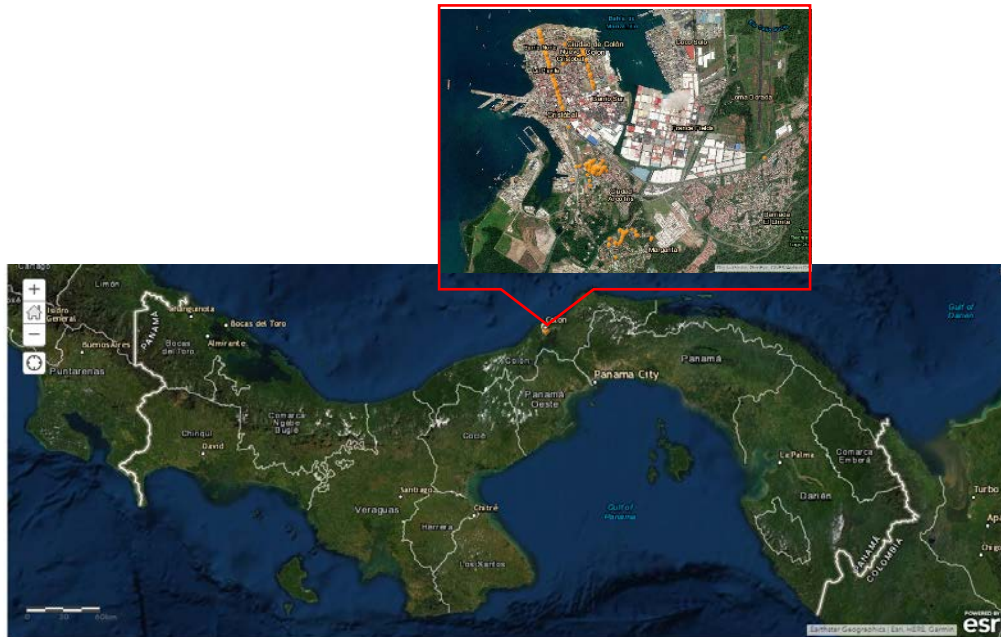


Figura 1. Lugares de estudio en Colón, Arco Iris y Margarita. Fuente: Collector for ArcGis.

Los árboles fueron seleccionados mediante un muestreo no probabilístico discrecional, cuya delimitación se representó a través de árboles que cumplieran con el criterio de tener más de 5 años de plantados, al menos 5 metros de altura y un diámetro del tronco medido a la altura del pecho (DAP), de al menos 10 cm, estas mediciones se realizaron según metodología estándar (Wabo, 2002; FAO, 2004). Para los arbustos y herbáceas se utilizó la metodología de Gentry (1982).

Para las identificaciones taxonómicas se registraron, fotografiaron y tomaron muestras botánicas para su posterior determinación en herbario cuando fue necesario. La clasificación y actualización de los nombres científicos se realizó con apoyo de los documentos: Catálogo de las Plantas Vasculares de Panamá (Correa, M; C. Galdames y M. Stapf; 2004) The International Plant Name Index (International Plant Names Index, 2019), la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden (Tropicos, 2019) y se consideraron también los datos en trabajos previos por profesores de la Universidad de Panamá directamente consultados.

Para determinar el estado de conservación se empleó la Lista Roja de la IUCN, la de CITES y la del Ministerio de Ambiente de Panamá (2019). Igualmente se registró información etnobotánica respecto a nombres comunes a través de entrevistas a pobladores de las áreas del estudio y bibliografía relacionada (Correa, M; C. Galdames y M. Stapf, 2004; ACP, 2008; Martínez Gonzalez, 2017), esa información fue clasificada según las categorías propuestas por Hernández (1982) y se adicionaron modificaciones propias.

Para la evaluación fitosanitaria se escogieron 500 individuos de entre las tres zonas de estudios y se realizó una inspección superficial de las partes: Tronco, hojas, flores, frutos y raíces superficiales, si existían; con el fin de detectar visualmente (FAO, 2017): alteraciones fenológicas; daños antrópicos del tipo: cortes, quiebres, contaminación por cuerpos o sustancias extrañas y presencia de organismos patógenos: insectos agresivos contra la planta, evidencia de hongos, plantas parásitas.

Todos los datos se registraron en campo a través de la aplicación *Collector for ArcGis*, versión 18.0.1 para Android (Puerta *et al*, 2011).

Evaluación de riesgo

Para la evaluación de riesgo se establecieron diez categorías en una relación árbol/comunidad, tomando en cuenta la condición fitosanitaria evaluada para el árbol y por otro lado el impacto antrópico que existe sobre el mismo con base a su especie y ubicación. Para tal fin, siguiendo el modelo de Zúñiga-Farnum (2019), se estableció un puntaje de base 10 y se utilizaron los rangos de evaluación sumativa según se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Valores de riesgo para el arbolado evaluado.

Riesgo	Rango
Muy alto	91-100
Alto	81-90
Moderado	71-80
Bajo	61-70
Muy bajo	10-61

Nota: Elaborado por el autor, 2020.

Análisis de los datos

Una vez completados los datos se calculó su frecuencia relativa y porcentaje, además se calculó el Índice de Margalef para cada una de las tres zonas del estudio; con base a la expresión matemática: $D_{Mg} = \frac{(s-1)}{\ln(N)}$

Donde **I** es la biodiversidad o riqueza específica, **s** es el número de especies presentes, y **N** es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies). La notación **ln** denota el logaritmo neperiano de un número (Margaleff. R, 1995); estos cálculos fueron realizados utilizando MS Excel 2013, v15.0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inventario florístico

Se registró un total de 1043 individuos pertenecientes a 87 especies de 75 géneros y 39 familias. Entre las 20 especies más abundantes (tabla 2), las familias representativas fueron Arecaceae, con especies como la *Roystonea regia*, *Cocos nucifera* y *Veitchia merrilli*; otras familias abundantes fueron: Lythraceae con la especie *Lagerstroemia speciosa*; Moraceae con el género *Ficus* y las Fabaceae con especies como *Cassia fistula* o *Enterolobium cyclocarpum*.

Además, se encontraron otras 67 especies, que presentaron menos individuos, pero aportando 35% del total registrado. El cálculo del índice de riqueza específica mostró un resultado de 7,34 para Colón; 8,10 para Arco Iris y 8,81 para Margarita.

Tabla 2. Especies más abundantes en las tres zonas de estudio.

Nº	Especie	Frecuencia	Porcentaje	Origen
1	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F. Cook	241	23,11	Exótico
2	<i>Cecropia peltata</i> L.	42	4,03	Nativo
3	<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers	39	3,74	Exótico
4	<i>Polyalthia longifolia</i> (Sonn.) Thwaites	39	3,74	Exótico
5	<i>Cocus nucifera</i> L.	38	3,64	Exótico
6	<i>Heliconia virginalis</i> Abalo & G. Morales	35	3,36	Nativo
7	<i>Ficus kurzii</i> King	32	3,07	Exótico
8	<i>Muntingia calabura</i> L.	32	3,07	Nativo
9	<i>Ficus sp2</i>	26	2,49	Exótico
10	<i>Heliconia rostrata</i> Ruiz & Pav.	25	2,39	Nativo
11	<i>Calophyllum inophyllum</i> L.	21	2,01	Exótico
12	<i>Ficus sp1</i>	20	1,92	Exótico
13	<i>Cedrela odorata</i> L.	18	1,73	Nativo
14	<i>Mangifera indica</i> L.	18	1,73	Exótico
15	<i>Adonidia merrillii</i> (Becc.) Becc.	17	1,63	Exótico
16	<i>Tabebuia rosea</i> (Berol) A.DC.	15	1,44	Nativo

17	<i>Annona muricata L.</i>	14	1,34	Nativa
18	<i>Cassia fistula L.</i>	14	1,34	Exótico
19	<i>Coccothrinax sp</i>	14	1,34	Exótico
20	<i>Swietenia macrophylla King</i>	14	1,34	Nativo

Nota: Elaborado por el autor, 2020.

Tabla 3. Estado de conservación de once especies del estudio.

Nombre común	Especie	UICN	CITES	MIAMB	Usos
Cedro amargo	<i>Cedrela odorata L</i>	VU	II	VU	Ornamental/Maderable
Palma de Manila	<i>Adonidia merrillii (Becc.) Becc.</i>	NT			Ornamental
Roble	<i>Tabebuia rosea (Bertol) A.DC.</i>	LC		VU	Ornamental/Maderable
Caoba	<i>Swietenia macrophylla King</i>	VU	II	CR	Ornamental/Maderable
Heliconia	<i>Heliconia virginalis</i> Abalo & G.L.Morales	VU			Ornamental
Heliconia	<i>Heliconia rostrata</i> Ruiz & Pav.	VU			Ornamental
Guayacán	<i>Handroanthus guayacan (Seem.) S.Grose</i>			VU	Ornamental/Maderable
Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia Bertol.</i>	LC		VU	Medicinal
Araucaria	<i>Araucaria heterophylla (Salisb.) Franco</i>	VU			Ornamental
Zamia	<i>Zamia neurophyllidia D.W. Stev.</i>	VU	II		Ornamental/Tradicional I
Zamia	<i>Zamia elegantissima</i> Shutzman, Vovides & R.S. Adams	EN	II	EN	Ornamental/Tradicional I
Guarumo	<i>Cecropia peltata L.</i>	LC			Medicinal
María	<i>Calophyllum inophyllum L.</i>	LC			Ornamental/Maderable
Guácimo	<i>Luehea seemanii Triana & Planch.</i>	LC			Medicinal/Tradicional
Corotú	<i>Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.</i>	LC			Ornamental/Maderable
Balso	<i>Ochroma pyramidale (Cav.) Urban.</i>	LC			Maderable/Tradicional

Nota: Para aquellas especies que no fueron clasificadas en ninguna de las 3 fuentes se dejó el espacio en blanco. Elaborado por el autor, 2020.

Estado fitosanitario

De la muestra de 500 árboles que se tomaron para el análisis fitosanitario (ver tabla 2 con especies y ubicaciones en el anexo), 200 individuos (40%), resultaron saludables. 145 individuos

mostraron daños físicos antrópicos (29%) seguido por presencia de organismos patógenos (15,2%) y alteraciones fenológicas (13,6%).

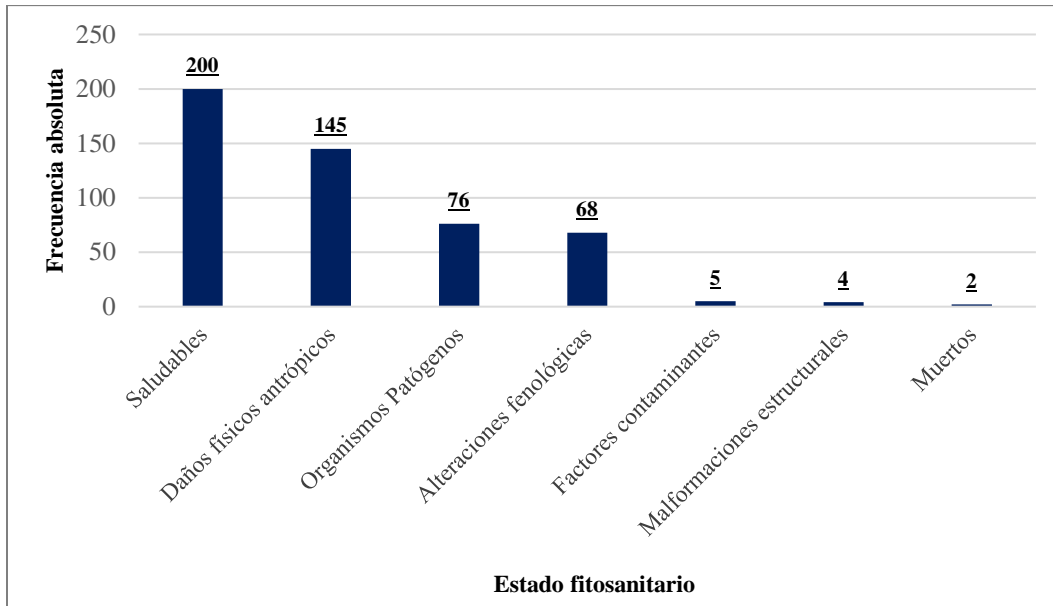


Figura 2. Estado fitosanitario de una muestra de 500 árboles en las tres zonas de estudio.

Nota: Elaborado por el autor, 2020.

Valor de riesgo

Se encontró que las especies del género *Ficus*, familia Moraceae; son las que presentan el mayor riesgo, marcando índices de entre 87 y 91. Junto con estas se encuentra la especie *Lagerstroemia speciosa*, con un índice de 82 (ver tabla 4).

En el rango intermedio de árboles en riesgo moderado se encontraron especies frutales como el *Cocos nucifera*, *Mangifera indica*, *Annona muricata* y especies ornamentales y maderables como el *Tabebuia rosea*, *Swietenia macrophylla* o el *Callophyllum inophyllum*.

Tabla 4. Valor de riesgo para las 20 especies de árboles más abundantes.

Especie	Raíces superficiales	Acera/calle	Estructuras	Luminaria/ cables	Inclinación	Malformaciones	Contaminación/ alteraciones	Organismos patógenos	Daños físicos antrópicos	Alto valor de uso	V. Acumulado
<i>Ficus sp1</i>	10	10	10	10	10	8	8	10	10	5	91
<i>Ficus sp2</i>	10	10	10	10	10	5	8	10	10	5	88
<i>Ficus kurzii</i>	10	10	10	10	10	7	5	10	10	5	87
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	10	10	10	10	0	10	7	10	10	5	82
<i>Calophyllum inophyllum</i>	10	10	10	10	8	5	5	5	8	7	78
<i>Cocos nucifera</i>	3	10	10	10	2	5	10	5	10	10	75
<i>Mangifera indica</i>	10	10	10	10	0	5	5	5	10	10	75
<i>Annona muricata</i>	0	10	5	5	10	10	7	7	10	10	74
<i>Tabebuia rosea</i>	0	10	10	10	0	0	10	5	10	10	65
<i>Swietenia macrophylla</i>	0	10	5	10	0	5	5	5	10	10	60
<i>Roystonea regia</i>	10	10	10	10	0	0	5	0	5	5	55
<i>Cecropia peltata</i>	0	5	0	4	1	10	10	5	10	5	50
<i>Cassia fistula</i>	0	10	0	10	0	0	5	5	10	10	50
<i>Cedrela odorata</i>	0	10	0	5	0	0	5	5	10	8	43
<i>Veitchia merrillii</i>	0	10	10	5	0	0	3	5	0	7	40
<i>Polyalthia longifolia</i>	0	10	5	10	0	0	2	2	1	5	35
<i>Muntingia calabura</i>	0	0	0	0	0	0	5	5	3	5	18

Un poco más del 50% de los árboles y arbustos encontrados en los parques y avenidas de la ciudad de Colón son de origen exótico y obedecen a una distribución artificial que, aunque planificada en algún momento, no fue una constante a lo largo de las últimas décadas. Considerando que el crecimiento de los árboles urbanos está limitado por factores tales como la compactación, aireación y contaminación del suelo (Bartens *et al.*, 2008; Gregory *et al.*, 2016), la disponibilidad limitada de nutrientes y falta o exceso de agua por deficiencia de drenajes (Rahman *et al.*, 2013); el sombreado a través de edificios, altos aportes de nitrógeno a través de contaminantes, así como vandalismo y contaminación directa contra estos organismos (Cekstere *et al.*, 2008), entre otros; aspectos que actúan negativamente en la dinámica fitosanitaria de los bosques urbanos en general y que se observan presentes como factores nocivos en la ciudad de Colón.

Muchas de las especies encontradas al no recibir mantenimiento de ningún aspecto (casos como los de *Ficus*, *Lagerstroemia speciosa*, *M. indica*, entre otras) tienden a expandir su

estructura, llegando a ser muy dañinas, especialmente por sus raíces o bien siendo fácilmente atacadas por plagas que se aprovecha de vulnerabilidades propias del medio urbano (Boa, 2008); esto explica por qué estas especies presentan los mayores índices de riesgo. De igual manera aquellas especies ligadas a un mayor uso cultural, como aquellas de uso artesanal, alimenticia, maderable, medicinal entre otros, que además presentan una distribución acorde con la cultura local (Biens y De la Cruz, 2020); de allí que en algunas de las áreas se han incluido especies arbustivas alimenticias (ej. *Cajanus cajan*) o incluso herbáceas nativas que fueron muy abundantes en algunos espacios y que merecen una especial atención ya que entre ellas se encontraron algunas en estado de conservación vulnerable, como el caso de las *Heliconia sp.*

En cuanto a la riqueza específica, el índice de Margalef para cada una de los tres sitios muestra un número que sugiere una riqueza alta; sin embargo, tal índice fue utilizado en este trabajo sólo como idea referencial de la diversidad de especies que se encuentran en los parques y avenidas de la ciudad de Colón en relación a su distribución, no obstante no se pretendió con el cálculo tener resultados concluyentes debido al origen artificial del bosque urbano, considerando la artificialidad de la poblaciones estudiadas; además de los mismos problemas que incluyen los índices de diversidad en general y que permiten malas interpretaciones de sus resultados si no se toman en cuenta el origen y el contexto en que son aplicados (Gamito, 2010; Chao et al., 2010).

En lo que se refiere al estado fitosanitario y valor de riesgo, se observó que muchos árboles están afectados por diversas enfermedades y ataques de insectos; esto fortalece la idea de que la vitalidad y el crecimiento de dichas especies de árboles probablemente disminuirán en un breve periodo de tiempo si no se le da atención (Sjöman et al., 2015; Tubby y Webber, 2010). En términos generales se considera que la vida útil de los árboles urbanos es corta comparada a los mismos en estado natural (Roman y Scatena, 2011); y más aún si no se tiene un plan de gestión, tal es el caso de los árboles urbanos de Colón, en los que se debe considerar también una menor esperanza de vida debido a la falta de mantenimiento, aumento de la contaminación, acciones contra los individuos arbóreos y además los efectos globales del cambio climático que empeorarán la situación fitosanitaria de los árboles en las ciudades. Así mismo, si es que se quiere seguir contando con espacios verdes en las ciudades, se debe tener en cuenta que la disminución de la salud y la duración de la vida de los árboles, conducirán a necesidades más rápidas de reemplazo; por lo tanto, a mayores costos para el manejo y la administración de estos (Soares et al., 2011; Moser et al. 2017).

Sólo teniendo en cuenta que existen estas diversas realidades y teniendo una orientación holística sobre los posibles riesgos y beneficios que cada árbol/especie representa, se podrán sentar las bases para una gestión integral, que vea por la vida de los ciudadanos y por el bien natural, justo eso es lo que representa el cálculo de valor de riesgo, como un prototipo para una evaluación que integre todos los aspectos; tanto de la biología propia de la especie, la condición real de los individuos del estudio, así como aspectos etnobotánicos.

Entonces ¿Por qué insistir con un plan de manejo y recuperación para salvar el bosque urbano de Colón? Entre las razones que se pueden sugerir se encuentran:

- los beneficios que surgen de la selección adecuada de los árboles van desde el enfriamiento de la temperatura (Rahman, Moser, Rötzer y Pauleit, 2017);
- aumento de la biodiversidad (Dobbs, Escobedo y Zipperer, 2011);
- mitigación de la escorrentía de las aguas de lluvia (Wang, *et al.*, 2000), secuestro de carbono (Nowak *et al* 2013; Sánchez-León *et al.*, 2016);
- reducción de ruido (Escobedo *et al*, 2011) y mejora en la calidad del aire (Brack, 2002);
- notable influencia para una mejor salud de peatones y residentes, el desarrollo de un ambiente ecosostenible (de Vries *et al.*, 2003)
- el impacto a la economía local (Wolf, 2005; Borrelli *et al*, 2018), todo esto es lo que interesa promover y si bien este estudio no se concentra en probar estos servicios ecosistémicos, los mismos han sido corroborados por las investigaciones que hemos citado y otras.

Los datos recabados en este informe se han almacenado en una base de datos mediante una aplicación tecnológica (*app*) de celular conectada a un mapa provista por ESRI. Esta plataforma de georreferenciación en lo sucesivo permitirá capturar nuevos datos, visualizar, almacenar y manejar toda la información para formular un modelo de gestión en donde se estimen las condiciones actuales del árbol: ubicación, características biológicas, físicas y fitosanitarias todas incluidas en una base de datos online que facilita el monitoreo de estas áreas arboladas y permite una gestión adecuada (Escobedo, 2019). Lo anterior dicho viene a ser un aporte inicial al conocimiento, apreciación y conservación del bosque urbano de Colón por parte de esta investigación.

CONCLUSIÓN

Los bosques urbanos son espacios que, aunque se desarrollan dentro de una dinámica impuesta más o menos de una manera artificial, permiten sostener un sistema ecológico en torno a ellos dentro de espacios reducidos y con una alta presión antrópica. Son estas características antrópicas las que derivan en que estos espacios sean poco estudiados en comparación con espacios naturales, especialmente los protegidos.

Actualmente, factores como el cambio climático y la pérdida exponencial de la naturaleza, hace necesario que el tema bosques urbanos gane la importancia que debe tener y estos bosques comiencen a ser considerados como espacios que brindan servicios ambientales como cualquier otro y con un factor adicional, su cercanía con las mayores comunidades humanas.

Sin embargo, la realidad de los bosques urbanos es que en muchos casos están amenazados como cualquier bosque de origen natural y con ellos toda la biodiversidad que en ellos se

desarrollen. En este estudio se logró realizar un inventario del arbolado de Colón que permitió apreciar que sus bosques urbanos no se escapan a esta realidad reflejado en un lado un deterioro generalizado en su estado fitosanitario producto del descuido de estos espacios verdes y por otro lado por la lucha que deben tener estos organismos vegetales con problemas colaterales relacionados a la vida urbana; como lo son la falta de un manejo adecuado de los desechos sólidos, la presencia de aguas servidas, la falta de cultura ambiental y la falta de una gestión urbana integral; lo que pone en peligro no sólo los espacios verdes y su flora; sino incluso la integridad de la población que vive cerca a estos espacios, debido a la abundancia particularmente de las especies que se encuentran en mayor riesgo por su estado fitosanitario.

No obstante, queda evidenciado que la mayor parte del bosque urbano de la ciudad de Colón, si bien se encuentra en un momento sensitivo, podría ser rescatada mediante la elaboración de un plan de manejo que permita profundizar en la selección de árboles que necesiten un tratamiento o bien aquellos que necesiten ser removidos parcial o totalmente; este tipo de planes de gestión sólo serán posibles si todas las partes involucradas se basan en un estudio científico integral. Los mismos albergan numerosas especies incluyendo algunas en estado vulnerable, las cuales son de especial interés para la conservación, pero estas a su vez junto con otras especies nativas y exóticas, permiten la creación de conectividad entre espacios naturales y el ambiente urbano, permitiendo que se den verdaderos corredores biológicos que se traduce en la presencia de otras formas de vida como fauna, especialmente aves, reptiles y pequeños mamíferos en centros urbanos en los que encuentran no sólo espacios para el descanso entre migraciones sino verdaderos espacios de anidación y refugio para estas especies.

Este trabajo genera información de base para la elaboración y futuro establecimiento de un Plan de Manejo de los árboles de las zonas urbanas que en el Distrito de Colón inicialmente, que entre otras cosas permita el rescate futuro de las especies que se encuentren en peligro en estas zonas urbanas, de manera particular las especies nativas, y a su vez que esta investigación pueda servir como modelo de otros estudios

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ariyaningsih; A N Dewanty, and M Ulimaz. (2019). The Influence of the Distribution of Public Green Space on The Health of The Residential Environment in Balikpapan City. *The 4rd International Conference in Planning in the 2019 Era of Uncertainty*. Recuperado: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/328/1/012010>
- Bartens, Julia; Day, Susan D.; Harry, Rogers J.; Dove, Joseph E. (2008). Can Urban Tree Roots Improve Infiltration Through Compacted Subsoils for Stormwater Management *Journal of Environmental Quality* 37(6):2048-57. Recuperado: https://www.researchgate.net/publication/23411104_Can_Urban_Tree_Roots_Improve_Infiltration_Through_Compacted_Subsoils_for_Stormwater_Management
- Biens Bethancourt, F., & De la Cruz Cabrera, V. (2020). Áreas verdes del Centro Regional Universitario de Colón, Universidad de Panamá, Espacios naturales en riesgo. *Revista Saberes*

- APUDEP, 3(1), 39-54. Recuperado de:
https://revistas.up.ac.pa/index.php/saberes_apudep/article/view/1156
- Boa, Eric. (2008) Guía Ilustrada sobre el estado de salud de los árboles. Reconocimiento e interpretación de síntomas y daños. FAO. Recuperado: <http://www.fao.org/3/a-y5041s.pdf>
- Borrelli, S; Conigliaro, M. y Pineda, F. (2018). Los bosques urbanos en el contexto global. Revista Unasylva, FAO. Pp 3-6. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/i8707es/i8707ES.pdf>
- Brack, C.L. (2002). Pollution and carbon sequestration by urban forest. *Environmental Pollution*, 116: 195-200. Recuperado: https://www.researchgate.net/publication/11526706_Pollution_mitigation_and_carbon_sequestration_by_an_urban_forest
- Cekstere, G., Nikodemus, O., & Osvalde, A. (2008). Toxic Impact of the De-Icing Material to Street Greenery in Riga, Latvia. *Urban for Urban Greening*, 7, 207-217. Recuperado: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2008.02.004>
- Chao A, Chiu CH, & Jost L (2010) Phylogenetic diversity measures based on Hill numbers. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 365: 3599–3609.
- Correa A., M.D., Galdames, C. y M. Stapf. (2004). Catálogo de las Plantas Vasculares de Panamá. Publicación de ANAM. STRI y UP. Editorial Novart. Panamá.
- De Vries, Sjerps; Verheij, Robert A; Groenewegen, Peter; Spreuwenber, Peter (2003). Natural environments- Healthy environments? An exploratory analysis of the relationship between greenspace and health. *Environment and Planning* 35(10):1717-1731. Recuperado: https://www.researchgate.net/publication/23539232_Natural_environments_-_Healthy_environments_An_exploratory_analysis_of_the_relationship_between_greenspace_and_health
- Dobbs, Cynnaron; Escobedo, Francisco J.; Zipperer, Wayne C. (2011). A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators. *Landscape and Urban Planning* 99:196-206.
- Escobedo, F.; Giannico, V.; Sanesi, . y Laforteza, R. (2018). Urban forests, ecosystem services, green infrastructure and nature-based solutions: Nexus or evolving metaphors? *Urban Forestry and Urban Greening*. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866717303485?via%3Dihub>
- Escobedo, F.; Giannico, V.; Sanesi, G.; Laforteza, R. (2019). Urban forests, ecosystem services, green infrastructure and nature-based solutions: Nexus or evolving metaphors? *Urban Forestry and Urban Greening*-37. Recuperado: <https://www.mendeley.com/catalogue/92389fe2-0906-33e8-9e10-08ce3fea5066/>

- Escobedo, Francisco J.; Kroeger Timm; Wagner, John. (2011). Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices. *Environmental Pollution* Vol.159, Issues 8-9, pp 2078-2087. Recuperado: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749111000327>.
- FAO (2004). Inventario forestal nacional manual de campo. Programa de Evaluación de los Recursos Forestales - Documento de trabajo 94/S, Guatemala. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ae578s/AE578S06.htm>
- FAO (2017) Directrices para la silvicultura urbana y periurbana ISBN 978-92-5-309442-4, p2
- Gamito, S. (2010). Caution is needed when applying Margalef diversity index. *Ecological Indicators* 10: 550-551. Recuperado: <https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/2501/1/Gamito%202010%20Caution%20Margalef%20index.pdf>
- Gentry, A. (1982). Patterns of Neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology* 15: 1-84
- Gregory, J. H., Dukes, M. D., Jones, P. H., & Miller, G. L. (2016). Effect of Urban Soil Compaction on Infiltration Rate. *Journal of Soil and Water Conservation*, 61, 117-124.
- Hernández, E. (1982). El concepto de Etnobotánica. In: *Memorias del Simposio de Etnobotánica*. INAH. México.
- International Plant Names Index. (2019-01-02). Recuperado de: <http://www.ipni.org/index.html>.
© Copyright International Plant Names Index.
- Ley N° 63. Gaceta Oficial de la República de Panamá. Panamá, 22 de octubre de 2015.
- Martínez González, Libardo Angel (2017). Plantas Medicinales Nativas de Panamá y su potencial para el tratamiento de las patologías de mayor impacto en el país. Revista *Universidad Javeriana*. Colombia. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/367484040/PLANTAS-MEDICINALES-DE-PANAMA-pdf>
- Ministerio de Ambiente (2019). Diagnóstico de la cobertura de bosques y otras tierras boscosas de Panamá. Recuperado: <http://online.fliphtml5.com/eebm/fiuw/#p=1>
- Moser, A., Uhl, E., Rötzer, T., Biber, P., Dahlhausen, J., Lefer, B., & Pretzsch, H. (2017). Effects of Climate and the Urban Heat Island Effect on Urban Tree Growth in Houston. *Open Journal of Forestry*, 7, pp.428-445. Recuperado: <https://doi.org/10.4236/ojf.2017.74026>
- Nowak, David J.; Greenfield, Eric J.; Hoehn, Robert E.; Lapoint, Elizabeth B. (2013). Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States. In *Environmental Pollution* 178C:229-236. Recuperado:

https://www.researchgate.net/publication/236180661_Carbon_storage_and_sequestration_by_trees_in_urban_and_community_areas_of_the_United_States

OMS, Organización Mundial de la Salud. Promoción de la Salud. Glosario, Ginebra: *World Health Organization* (WHO), 1998, 28p.

Puerta, Ronald; Trigozo Reginfo, Juan; Bravo Morales, Nino. (2011). Manual ArcGis. Universidad de la Selva, Perú.

Rahman, M. A., Stringer, P., & Ennos, A. R. (2013). Effect of Pit Design and Soil Composition on Performance of *Pyrus calleryana* Street Trees in the Establishment Period. *Arboriculture & Urban Forestry*, 39, 256-266.

Rahman, M.A; Moser, A; Roter, T and Pauleit, S (2017). Within a canopy temperature differences and cooling ability of Tiliacordata trees grown in urban conditions. *Build Environment*, 114:118-128.

Rendón Gutiérrez, R.E. 2010. Espacios Verdes Públicos y Calidad de Vida Recuperado: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/12860/07_Rendon_Rosa.pdf

Reyes Avilés, Isabel; Gutiérrez Chaparro, Juan José. (2010). Los Servicios ambientales de la arborización urbana: Retos y aportes para la sustentabilidad de la Ciudad de Toluca. *Quivera* vol. 12, num. 1. pp. 96-102. México.

Roman, Lara A.; Scatena, Frederick N. (2011). Street tree survival rates: Meta-analysis of previous studies and application to a field survey in Philadelphia, PA, USA. *Urban Forestry & Urban Greening* vol.10. 269-274. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866711000422?via%3Dihub>

Sánchez-León, E.; Castro, T.; Peralta, O.; Álvarez-Ospina, H; Espinosa, M.; Martínez, Arroyo, A. (2016). Estimated carbon dioxide exchange for three native species in an ecological reserve of Mexico City. *Atmosfera* pp 3-29. Recuperado: <https://www.mendeley.com/catalogue/8e84d4ff-8ec1-3ca8-831d-42c8ef4754d2/>

Sjöman, Henrik; Hiron, Andrew D., Bassuk, Nina L. (2015). Urban forest resilience through tree selection—Variation in drought tolerance in *Acer*. *Urban Forestry & Urban Greening* 14. 858-865. Recuperado de: <http://www.hort.cornell.edu/uhi/research/articles/Maple%20paper.pdf>

Soares, A. L., Regoa. F.C., McPherson, E.G., Simpson, J.R., Peper, P. J., Xiao, Q. (2011). Benefits and costs of street trees in Lisbon, Portugal. *Urban Forestry & Urban Greening* vol. 10. 69-78. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866710000841>

Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. (2019). <http://www.tropicos.org> 2019 Missouri Botanical Garden - 4344 Shaw Boulevard - Saint Louis, Missouri 63110.

- Tubby, K. V., Webber, J. F. (2010). Pests and diseases threatening urban trees under a changing climate. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, Volume 83, Issue 4, October 2010, Pages 451–459, Recuperado de: <https://doi.org/10.1093/forestry/cpq027>
- Turner-Skoff, Jessica B.; Carvender, Nicole. (2019). The benefits of trees for livable and sustainable communities. *Plants, People, Planet*. Vol. 1 Issue 4, p323-335. 13p.
- Villareal, Howard. (2013). Arbolado urbano. Arbolización como patrimonio de nuestras ciudades. *Revista Universidad de San Buenaventura, Cartagena*. pp. 18-25.
- Wabo, Enrique (2002). Medición de Diámetros, Alturas y Edad del Árbol. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales Página 1 de 6. Universidad Nacional de La Plata.
- Wang, Wenjie; Wang, Hongyuan; Xiao, Lu; He, Xingyuan; Zhou, Wei; Wang, Qiong; Wei, Chenhui. (2018). Microclimate regulating functions of urban forests in Changchun City (north-east China) and their associations with different factors. *iForest - Biogeosciences & Forestry*. Vol. 11 Issue 2, pp.140-147. 8p. Recuperado: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=10&sid=243fe9fe-99db-4fbd-ba4d-7e34612516f0%40sdc-v-sessmgr01>
- Wolf, Kathleen L. (2005). Economía y Valor Público de los Bosques Urbanos. *Revista AU, Universidad de Washington, Seattle, EEUU*. Recuperado de: http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_au_1-18/rau13/AU13_Economia.pdf
- Zúñiga, A. y Farnum, F. (2019). Comparación del estrato arbóreo en fragmentos del bosque urbano de Margarita, Espinar y Davis, provincia de Colón. Tesis de Grado, Universidad de Panamá. 30p.