

DOI: <https://doi.org/10.18359/rfcb.4382>



Plantas amenazadas de la colección viva del Jardín Botánico de Bogotá*

Camilo Esteban Cadena-Vargas^a ■ Shirley Dayana Sánchez Callejas^b ■ Andrea Fernanda Morales Pisco^c

Resumen: En el manuscrito se encuentra el listado de plantas amenazadas presentes en el Jardín Botánico de Bogotá (JBB) inventariadas desde el año 2017 con datos taxonómicos, fisonómicos, y fitosanitarios, entre otros. Debido al continuo enriquecimiento de sus colecciones, el listado de plantas se ha actualizado y se han georreferenciado todos sus individuos. Se registran 89 especies de plantas correspondientes a 19 familias y 37 géneros en las siguientes categorías de conservación a nivel nacional: en peligro (34), en peligro crítico (14) y vulnerable (39). La familia con mayor número de especies amenazadas es Orchidaceae. *Quercus humboldtii*, *Ceroxylon quindiuense* y *Masdevallia ignea* son las especies amenazadas con mayor número de individuos en el JBB. De acuerdo con su distribución, los individuos de este grupo de plantas tienen mayor densidad en la colección de Bosque Andino con énfasis en magnolias, y en áreas de trabajo como el invernadero de bromelias y orquídeas de clima frío. Es importante orientar esfuerzos en la propagación de alrededor de 62 especies que tienen menos de diez individuos, así como su enriquecimiento con material de campo si las condiciones poblacionales de sitios reportados en la región lo permiten. El Jardín Botánico de Bogotá contribuye en la conservación de plantas andinas y altoandinas, y otras zonas de Colombia, al mantener este grupo de la flora amenazada. Los resultados expuestos en el presente documento son insumo para la toma de decisiones por parte de la administración del Jardín Botánico para el manejo, el mantenimiento, el enriquecimiento y el conocimiento de sus colecciones botánicas.

Palabras clave: botánica; categorías de conservación; colecciones biológicas; enriquecimiento; jardines botánicos

Recibido: 04 de diciembre 2019

Aceptado: 06 de mayo de 2020

Disponible en línea: 14 de agosto de 2020

* Artículo de investigación

- a** Línea de Colecciones Vivas, Subdirección Científica, Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá D.C. Colombia. Especialización en Geomática. Facultad de Ingeniería. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá D.C. Colombia. Correo electrónico: cecadena@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1946-5660>
- b** Línea de Colecciones Vivas, Subdirección Científica, Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá D.C. Colombia. Correo electrónico: dayana.jbb@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6916-9758>
- c** Línea de Colecciones Vivas, Subdirección Científica, Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Bogotá D.C. Colombia. Correo electrónico: afmoralesp325@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4021-3337>

Cómo citar: Cadena Vargas, C. E., Sánchez Callejas, S. D., & Morales Pisco, A. F. (2020). Plantas amenazadas de la colección viva del Jardín Botánico de Bogotá. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 15(2). <https://doi.org/10.18359/rfcb.4382>

Threatened Plants from the Living Collection of the Bogota Botanical Garden

Abstract: The manuscript contains the list of threatened plants from the Bogota Botanical Garden (JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ – JBB) that have been registered since 2017 with taxonomic, physiognomic, phytosanitary data, among other data. Throughout the continuous enrichment of their collections, the plant list has been updated and all their individuals have been georeferenced. There are 89 plant species from 19 families and 37 genera in the following conservation categories nationwide: Endangered (34), Critically Endangered (14) and Vulnerable (39). The family with the highest number of threatened species is Orchidaceae. *Quercus Humboldtii*, *Ceroxylon Quindiuense* and *Masdevallia Ignea* are the most threatened species at the JBB. Based on their distribution, individuals in this plant group have greater density in the Andean Forest collection, especially magnolias, and in working areas such as the greenhouse for bromeliads and cold-climate orchids. It is important to make efforts towards the propagation of approximately 62 species with less than 10 individuals, as well as their enrichment using field material, if population conditions from the reported sites in the region allow such enrichment. The JBB contributes to the conservation of Andean and High-Andean plants, and other areas of Colombia by preserving this group of threatened flora. The results presented in this document are inputs for the decisions made by the JBB's management to handle, maintain, enrich and learn about its botanical collections.

Keywords: Biological collections; botanical gardens; botany; conservation categories; enrichment

Plantas ameaçadas da coleção viva do Jardim Botânico de Bogotá

Resumo: No manuscrito encontra-se a lista de plantas ameaçadas presentes no Jardim Botânico de Bogotá (JBB) inventariadas desde o ano de 2017 com dados taxonômicos, fisionômicos, e fitossanitários, entre outros. Devido ao contínuo enriquecimento de suas coleções, a lista de plantas atualizou-se e todos seus indivíduos foram georreferenciados. Registram-se 89 espécies de plantas correspondentes a 19 famílias e 37 gêneros nas seguintes categorias de conservação a nível nacional: em perigo (34), em perigo crítico (14) e vulnerável (39). A família com maior número de espécies ameaçadas é Orchidaceae. *Quercus humboldtii*, *Ceroxylon quindiuense* e *Masdevallia ignea* são as espécies ameaçadas com maior número de indivíduos no JBB. De acordo com a sua distribuição, os indivíduos desse grupo de plantas têm maior densidade na coleção de Bosque Andino com ênfase em magnólias, e em áreas de trabalho como a estufa de bromélias e orquídeas de clima frio. É importante orientar esforços na propagação de cerca de 62 espécies que têm menos de dez indivíduos, bem como o seu enriquecimento com material de campo se as condições populacionais de lugares reportados na região o permitem. O Jardim Botânico de Bogotá contribui na conservação de plantas andinas e altoandinas, e outras áreas da Colômbia, ao manter esse grupo da flora ameaçada. Os resultados expostos no presente documento são insumo para a tomada de decisões por parte da administração do Jardim Botânico para o gerenciamento, manutenção, enriquecimento e conhecimento de suas coleções botânicas.

Palavras-chave: botânica; categorias de conservação; coleções biológicas; enriquecimento; jardins botânicos

Introducción

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM, 2003) estableció que la transformación de los ecosistemas es un motor de pérdida de la biodiversidad que propicia la disminución del bienestar humano debido a la degradación de los servicios ecosistémicos. Las plantas son importantes para el bienestar porque contribuyen en diferentes aspectos de las dimensiones humanas, y son relevantes en interacciones con otros componentes de la diversidad, por lo cual diferentes estrategias globales han generado un marco de acción para su conservación (BGCI, 2012; CDB, 2012).

En Colombia se han establecido líneas de acción para la conservación de las plantas (García, Moreno, Londoño y Sofrony, 2010) entre las cuales están: la promoción de su investigación, el monitoreo y el manejo de información; la identificación de especies de plantas amenazadas en procesos, como la publicación de los libros rojos (Calderón, 1998; Calderón, Galeano y García, 2002; Calderón, Galeano y García, 2005; García y Galeano 2006; López y Salinas 2007, García 2007, Calderón 2007); y la formulación de actos administrativos como la Resolución 1912 de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2018), la cual presenta y categoriza a las especies amenazadas, y actualiza dicho listado para propósitos normativos. De igual forma, se han propuesto estrategias para desarrollar planes que promuevan la investigación, el seguimiento y el aprovechamiento de especies priorizadas (Bernal, Sanín y Galeano, 2015; Galeano, Bernal y Figueroa, 2015; López-Gallego, 2015); también se ha propiciado el mantenimiento y el enriquecimiento de las colecciones biológicas para la conservación *ex situ* por parte de la academia y de los institutos de investigación nacionales.

Es así como los jardines botánicos se han constituido como elementos claves en la conservación de las plantas (Donaldson, 2009; BGCI, 2012); además de tener un papel en la restauración ecológica (Hardwick *et al.*, 2011), tienen la capacidad de

promover el interés por la flora en contextos locales y culturales (Park, 2012) y son promotores de la educación pública (He y Chen, 2012). Asimismo, se ha establecido que los jardines botánicos son generadores de conocimiento para la toma de decisiones por su capacidad de producir información para la conservación de especies en el país (MADS, 2013).

El Jardín Botánico de Bogotá (JBB) propende por la conservación y el mantenimiento de las colecciones vivas para su apropiación y disfrute por parte de la ciudadanía. A su interior, la Subdirección Científica ha buscado la generación de conocimiento de la flora de Bogotá, y la región (Cundinamarca y Boyacá). Para lograr lo anterior, se han propuesto líneas de acción como la de colecciones vivas, la cual tiene como objetivo levantar, compilar y mantener actualizada la información de los componentes florísticos de las especies existentes al interior del JBB. Además, se ha planteado la necesidad de comunicar los resultados encontrados a la ciudadanía y al público en general, interesados en la flora existente en el Jardín.

En congruencia con lo anterior, a partir de 2017 se fortaleció el inventario de individuos y especies presentes en la colección viva del JBB, mediante el desarrollo de bases de datos y el uso de dispositivos móviles, lo que contribuyó con el monitoreo de sus diferentes colecciones. Es así como se estableció que la colección viva del Jardín Botánico a la fecha cuenta con alrededor de 55.000 individuos de plantas que corresponden a 183 familias, 724 géneros y 1.187 especies.

A partir del inventario consolidado de las colecciones vivas de plantas del JBB, surgió la necesidad de establecer las categorías de amenaza nacional, tales como en peligro (EN), en peligro crítico (CR) y vulnerable (VU), en las que están las especies encontradas. Esto permitirá aumentar el valor del papel de conservación de las colecciones vivas del JBB, determinar la ubicación de este grupo de especies dentro del Jardín Botánico y, en general, darles visibilidad para promover su conocimiento entre la ciudadanía y visitantes de la entidad.

Materiales y métodos

Área de estudio

El inventario de especies de la colección viva de plantas, su actualización y digitalización, se realizaron en el Jardín Botánico José Celestino Mutis (JBB), localizado en Bogotá D. C. en los 4 ° 40 ' 06,12 " N y 74 ° 06 ' 01,44" W, a una altura de 2.555 m, con una extensión de 19,5 ha, aproximadamente. El JBB está organizado en 34 zonas que representan parte de la vegetación de los bosques altoandinos y de páramo. Algunas de las zonas existentes en el JBB son Bosque Andino con énfasis en magnolias, Bosque Andino con énfasis en quinas, Bosque Andino con énfasis en lauráceas, Bosque Andino con énfasis en robles, colección de Melastomatáceas, colección de Palmas, Bosque Altoandino, Bosque de Niebla, entre otras. Además, es importante mencionar que dentro de la colección viva se tienen algunas familias priorizadas para la conservación ("Colecciones especializadas para la conservación, Cepac"), tales como Araceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Gunneraceae, Lamiaceae, Passifloraceae y Orchidaceae.

Toma de datos y control de calidad

El insumo del presente estudio es el inventario de especies presentes en la colección viva de plantas, que se inició en 2017 y finalizó en 2019. Este inventario comprendió la zonificación del jardín y el registro etiquetado e identificación uno a uno de todos los individuos vegetales existentes en el JBB. De acuerdo con lo anterior, la densidad para cada zona corresponde al número total de especies vegetales en el área de cada una de estas. A su vez, se realizó una base de datos para la organización y recolección de información. Los principales componentes de la base de datos están relacionados con la catalogación del individuo, su identificación taxonómica, el reconocimiento de su procedencia, aspectos fisonómicos, estado fitosanitario, fenología, mortalidad y ubicación al interior del Jardín Botánico.

Con el propósito de fortalecer la georreferenciación de la colección viva de plantas, la base de

datos se asoció a un sistema de información geográfico (SIG) que empleó *ArcGis Online* como plataforma para el almacenamiento de información y la divulgación en la web de datos espaciales. También fue usada la aplicación *Collector for ArcGis* en dispositivos móviles para el registro de datos en campo, la cual permite el trabajo sin conexión a Internet, la georreferenciación de datos y la sincronización con datos almacenados en la nube. El uso de cartografía digital permitió establecer jornadas para cubrir por completo el área de trabajo y adelantar el inventario total; así se hizo la toma de datos por cada individuo de cada uno de los estratos en las diferentes colecciones.

La base de datos virtual fue descargada mensualmente para hacer controles de calidad en la estructura de datos y revisión de taxonomía utilizando, principalmente, el catálogo de plantas y líquenes de Colombia (disponible en <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/>), Tropicos (disponible en <https://www.tropicos.org/>) y Catalogue of Life (disponible en <http://www.catalogueoflife.org/>). Para la identificación de las plantas en riesgo se utilizaron el Catálogo de Plantas de Colombia y la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente. Los datos de las especies en apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES por sus siglas en inglés) provienen de los listados globales dispuestos por esta convención en sus listados en línea (UNEP-WCMC, 2019). Para la visualización de las especies amenazadas se desarrolló y diseñó un aplicativo piloto con la herramienta *Web AppBuilder for ArcGis*, en la cual se adicionaron funcionalidades preestablecidas que permitieran a los usuarios navegar, hacer consultas por atributos y visualizar tabla de datos. El aplicativo piloto permite la visualización a los integrantes de la investigación y realizar consultas al interior de la entidad. Sin embargo, se espera en el mediano plazo, y de acuerdo con las prioridades del JBB, que la visualización de esta información pueda llegar a darse para el público en general interesado en conocer sobre las especies en alguna categoría de conservación dentro del JBB.

Resultados y discusión

Como resultado del inventario, se obtuvo que la colección viva del JBB cuenta a la fecha con alrededor de 55.000 individuos pertenecientes a 183 familias, 724 géneros y 1.187 especies de plantas.

En cuanto al estado de conservación, se identificaron 89 especies correspondientes a diecinueve

familias y 37 géneros en las siguientes categorías de conservación: en peligro (36 especies), en peligro crítico (14) y vulnerable (39). De las 89 especies encontradas, 35 especies se registran en categorías CITES II y III, y de estas 33 pertenecen a la familia Orchidaceae (Tabla 1).

Tabla 1. Especies en peligro (EN), en peligro crítico (CR) y vulnerables (VU) presentes en la colección viva de plantas del Jardín Botánico de Bogotá

Familia	Nombre científico	Categoría de conservación	Apéndices CITES
Arecaceae	<i>Ceroxylon alpinum</i> Bonpl. ex DC.	EN	
Arecaceae	<i>Ceroxylon ceriferum</i> (H. Karst.) H. Wendl.	EN	
Arecaceae	<i>Ceroxylon parvifrons</i> (Engel) H. Wendl.	VU	
Arecaceae	<i>Ceroxylon quindiuense</i> (H. Karst.) H. Wendl.	EN	
Arecaceae	<i>Ceroxylon sasaimae</i> Galeano	EN	
Arecaceae	<i>Ceroxylon ventricosum</i> Burret	EN	
Arecaceae	<i>Ceroxylon vogelianum</i> (Engel) H. Wendl.	VU	
Bromeliaceae	<i>Aechmea stenosepala</i> L.B. Sm.	VU	
Bromeliaceae	<i>Guzmania wittmackii</i> (André) André ex Mez	VU	
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia huilensis</i> Betancur & N.D. Jiménez E.	CR	
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia petraea</i> L.B. Sm.	CR	
Bromeliaceae	<i>Puya horrida</i> L.B. Sm. & Read	CR	
Bromeliaceae	<i>Puya loca</i> Madriñan	CR	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia suescana</i> L.B. Sm.	VU	
Bromeliaceae	<i>Vriesea ospinae</i> H. Luther	VU	
Chrysobalanaceae	<i>Cordillera platycalyx</i> (Cuatrec.) Sothers & Prance	EN	
Chrysobalanaceae	<i>Licania cabreriae</i> Prance	CR	
Fabaceae	<i>Caesalpinia ebano</i> H. Karst.	EN	
Fagaceae	<i>Colombobalanus excelsa</i> (Lozano, Hern. Cam. & Henao, Jesús Eugenio) Nixon & Crepet	VU	
Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	VU	
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i> Diels	EN	
Lamiaceae	<i>Hyptis perbullata</i> Fern. Alonso	VU	
Lamiaceae	<i>Lepechinia betonicifolia</i> (Lam.) Epling	VU	
Lamiaceae	<i>Salvia cuatrecasiana</i> L.	EN	
Lamiaceae	<i>Salvia melaleuca</i> Epling	VU	

Familia	Nombre científico	Categoría de conservación	Apéndices CITES
Lamiaceae	Salvia rubriflora Epling	VU	
Lamiaceae	Salvia rufula Kunth	EN	
Lamiaceae	Salvia sordida Benth.	CR	
Lamiaceae	Salvia sphacelioides Benth.	CR	
Lauraceae	Aniba perutilis Hemsl.	CR	
Lauraceae	Ocotea quixos (Lam.) Kosterm.	EN	
Lecythidaceae	Cariniana pyriformis Miers	CR	
Lecythidaceae	Eschweilera bogotensis R. Knuth	EN	
Magnoliaceae	Magnolia caricifragrans (Lozano) Govaerts	EN	
Magnoliaceae	Magnolia gilbertoi (Lozano) Govaerts	EN	
Magnoliaceae	Magnolia hernandezii (Lozano) Govaerts	EN	
Magnoliaceae	Magnolia jardinensis Serna, Velásquez, César A. & Cogollo	EN	
Magnoliaceae	Magnolia wolfii (Lozano) Govaerts	CR	
Magnoliaceae	Magnolia yarumalensis (Lozano) Govaerts	EN	
Malvaceae	Cavanillesia chicamochoae Fern. Alonso	EN	
Melastomataceae	Meriania mutisii (Bonpl.) Humberto Mend. & Fern. Alonso	CR	
Meliaceae	Cedrela odorata L.	EN	III
Orchidaceae	Cattleya aurea Linden	VU	II
Orchidaceae	Cattleya mendelii Dombrain	EN	II
Orchidaceae	Cattleya quadricolor B.S.Williams	EN	II
Orchidaceae	Cattleya schroederae Rchb. f.	VU	II
Orchidaceae	Cattleya trianae Linden & Rchb. f.	EN	II
Orchidaceae	Cattleya warszewiczii Rchb. f.	VU	II
Orchidaceae	Cyrtorchilum ixioides Lindl.	VU	II
Orchidaceae	Dracula gorgona (H.J. Veitch) Luer & R. Escobar	VU	II
Orchidaceae	Dracula gorgonella Luer & R. Escobar	VU	II
Orchidaceae	Dracula pholeodytes Luer & R. Escobar	VU	II
Orchidaceae	Dracula psittacina (Rchb. f.) Luer & R. Escobar	VU	II
Orchidaceae	Dracula severa (Rchb. f.) Luer	EN	II
Orchidaceae	Lycaste campbellii C. Schweinf.	VU	II
Orchidaceae	Lycaste schilleriana Rchb. f.	VU	II
Orchidaceae	Masdevallia caudata Lindl.	EN	II
Orchidaceae	Masdevallia coccinea Linden ex Lindl.	EN	II
Orchidaceae	Masdevallia elephanticeps Rchb. f. & Warsz.	EN	II
Orchidaceae	Masdevallia ignea Rchb. f.	CR	II

Familia	Nombre científico	Categoría de conservación	Apéndices CITES
Orchidaceae	Masdevallia macrura Rchb. f.	EN	II
Orchidaceae	Masdevallia mejiana Garay	EN	II
Orchidaceae	Masdevallia misasii Braas	EN	II
Orchidaceae	Masdevallia pteroglossa Schltr.	VU	II
Orchidaceae	Masdevallia racemosa Lindl.	EN	II
Orchidaceae	Masdevallia stenorhynchos Kraenzl.	EN	II
Orchidaceae	Masdevallia trochilus Linden & André	VU	II
Orchidaceae	Masdevallia virgo-cuencae Luer & Andreetta	VU	II
Orchidaceae	Masdevallia xanthina Rchb. f.	VU	II
Orchidaceae	Miltoniopsis phalaenopsis (Linden & Rchb. f.) Garay & Dunst.	VU	II
Orchidaceae	Miltoniopsis vexillaria (Rchb. f.) God.-Leb.	VU	II
Orchidaceae	Oncidium alvarezii (P. Ortiz) M.W. Chase & N.H. Williams	VU	II
Orchidaceae	Oncidium blandum (Rchb. f.) M.W. Chase & N.H. Williams	VU	II
Orchidaceae	Oncidium gloriosum (Linden & Rchb. f.) M.W. Chase & N.H. Williams	VU	II
Orchidaceae	Oncidium nevadense (Rchb. f.) M.W. Chase & N.H. Williams	EN	II
Passifloraceae	Passiflora dawei Killip	VU	
Passifloraceae	Passiflora erythrophylla Mast.	VU	
Passifloraceae	Passiflora gustaviana J. Ocampo & M. Molinari	EN	
Passifloraceae	Passiflora lindeniana Planch. ex Triana & Planch.	EN	
Passifloraceae	Passiflora pennellii Killip	VU	
Passifloraceae	Passiflora semiciliosa Planch. & Linden ex Triana & Planch.	VU	
Podocarpaceae	Podocarpus guatemalensis Standl.	VU	
Podocarpaceae	Podocarpus oleifolius D. Don ex Lamb.	VU	
Podocarpaceae	Prumnopitys montana (Humb. & Bonpl. ex Willd.) de Laub.	VU	
Rhamnaceae	Condalia thomasiana Fern. Alonso	CR	
Rosaceae	Prunus buxifolia Koehne	VU	
Zamiaceae	Zamia huilensis Calonje, H.E. Esquivel & D.W. Stev.	EN	
Zamiaceae	Zamia montana A. Braun	CR	II
Zamiaceae	Zamia oligodonta Calderón-Sáenz & D.W. Stev.	EN	

Fuente: elaboración propia.

Las familias botánicas con mayor número de especies en las diferentes categorías de amenaza son Orchidaceae (33 especies), Bromeliaceae y Lamiaceae (ocho especies cada una), y Arecaceae (siete especies). El número de especies en las familias

mencionadas se relaciona con el papel que ha jugado desde hace unos años el JBB en la inclusión de plantas como las orquídeas y las bromelias en un grupo particular de trabajo al interior de la entidad, conocido como “Colecciones especializadas

para la conservación (Cepac)”. Esto también coincide con diferentes autores que han resaltado la importancia de conservar este tipo de plantas por el atractivo que el público encuentra en ellas, y porque son componentes ecosistémicos importantes por sus estrechas relaciones intraespecíficas. Asimismo, diferentes estudios han resaltado el papel de los jardines botánicos en el mantenimiento y la propagación de orquídeas como frente al cambio climático, y su uso en diferentes campos como en la restauración de hábitats (Swartz y Dixon, 2009, Seaton, Hu, Perner y Pritchard. 2010).

En cuanto a su abundancia, las plantas en estas categorías abarcan 1.458 individuos, entre los cuales resaltan las especies *Quercus humboldtii* (296), *Ceroxylon quindiuense* (190), *Masdevallia ignea* (163), *Juglans neotropica* (83) y *Podocarpus oleifolius* (72). En este sentido, es importante resaltar que 62 especies cuentan con menos de cinco individuos dentro de la colección, por lo cual el Jardín Botánico y otras colecciones interesadas deben propender por un manejo especial y así emprender medidas de propagación y buscar garantizar su conservación. Además, como lo propone Volis (2015), las propuestas de conservación deben considerar los análisis

locales y regionales de distribución de especies raras o amenazadas, estudios poblacionales *in situ*, abarcar fases de propagación *ex situ*, y reintroducción. Por lo anterior, es importante que universidades y centros de investigación tengan en cuenta colecciones como los jardines botánicos para el desarrollo de este tipo de estudios; y que los consideren como destino de una parte del material vegetal resultante de investigaciones pertinentes a este tema, con el fin de ampliar la variabilidad genética.

Ahora bien, en cuanto a la distribución de las especies con alguna categoría de conservación dentro de las zonas del JBB, se tiene que el Bosque Andino con énfasis en magnolias y el *Arboretum*, presentan el mayor número de especies en alguna categoría de conservación; también el invernadero de bromelias y orquídeas de clima frío, y el invernadero de orquídeas de clima cálido (Figura 1). La identificación de estas zonas permitirá rediseñar los planes de enriquecimiento; direccionar el manejo y la reubicación del material vegetal que se esté concentrando en algunos lugares como los invernaderos; orientar la ampliación de su infraestructura; y propiciar el mantenimiento de condiciones adecuadas para laboratorios de propagación *in vitro*.

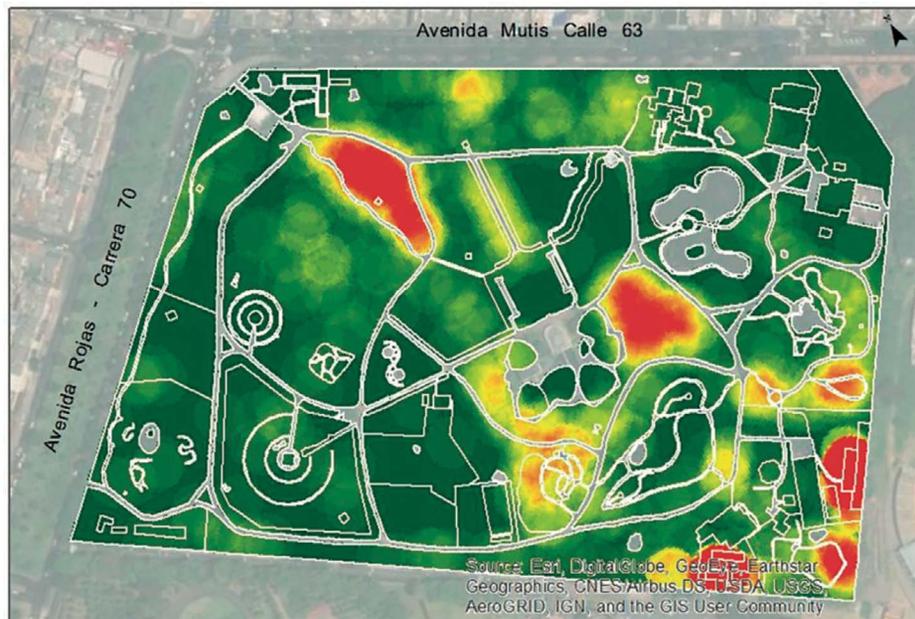


Figura 1. Densidad de individuos de especies amenazadas en la colección viva del Jardín Botánico de Bogotá. La escala de interpretación: verde (menor densidad) – rojo (mayor densidad).

Fuente: elaboración propia.

Debido a la necesidad de conocer las especies en alguna categoría de conservación por parte de los investigadores y de los visitantes, se inició una estrategia piloto para presentar en un visor geográfico los resultados obtenidos en las áreas del JBB. Algunos autores han propuesto diferentes herramientas como *ArcGis Online* y *App Builder* porque favorecen la presentación de información geográfica de forma sencilla (Moreno y de Lázaro Torres, 2020). Es así, como la plataforma *Web AppBuilder for ArcGis* es una alternativa para consultar datos de cada uno de

sus individuos (Figura 2). En otras experiencias se han empleado plataformas web similares para realizar cursos de identificación de plantas (Wilson y Miller, 2015), presentar datos de ubicación de individuos y fenología (Cope, 2018) y exponer datos sobre la inundación de áreas (Aekakkararungroj *et al.* 2020). Sin embargo, es necesario evaluar la viabilidad con otros sistemas como los aplicativos con sistemas de información geográficos libres que permitan interacción con el público y disminución de costos para su publicación (Han, 2019).

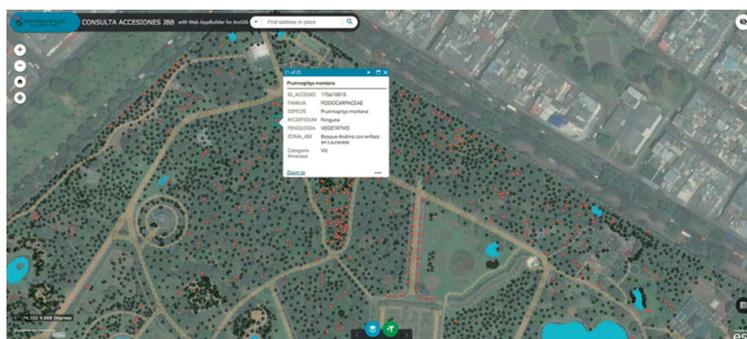


Figura 2. Visualización de la aplicación web piloto para la consulta de las especies en categoría de amenaza presentes en el Jardín Botánico de Bogotá (puntos naranjas), y de las otras accesiones arbóreas, arbustivas y herbáceas (puntos verdes) sin categoría. El cuadro presenta la información desplegada para cada registro.

Fuente: elaboración propia.

Los jardines botánicos tienen un valor intrínseco por su papel en la conservación al ser considerados museos vivos de la diversidad florística. Este tipo de colecciones tienen una influencia positiva en la percepción y la apropiación de la educación ambiental (Williams *et al.*, 2015). No obstante, es necesario ampliar la difusión de este valor más allá de la colección, empleando tecnologías de la información que permitan ampliar el público y su forma de interacción (Martins-Loução y Gaio-Oliveira, 2016). En el caso de los recursos “en línea”, los jardines botánicos con mayor uso de estas herramientas están en su mayoría en Norteamérica y Oceanía (Gaio-Oliveira y Martins-Loução, 2017), por lo cual persisten los desafíos con el manejo de los datos relacionados con la conservación, su interoperabilidad, su integración y ampliar su difusión (Frehner y Brändli, 2006).

Conclusiones

El estado de conservación de las especies existentes en la colección viva de plantas del Jardín Botánico de Bogotá refleja que un 7 % de las especies se encuentran en alguna categoría de amenaza (EN, VU, CR), cerca del 16 % están otras categorías, un 67 % no han sido evaluadas, y alrededor del 10 % de no presentan información. Las especies en algún estado de conservación corresponden a 89, las cuales comprenden 19 familias y 37 géneros. Existen 36 especies en la categoría en peligro, catorce especies en la categoría en peligro crítico y 39 especies en la categoría vulnerable.

Las zonas con mayor número de especies en alguna de las tres categorías de conservación corresponden al Bosque Andino con énfasis en mag-nolias y al *Arboretum*, principalmente por dos

razones; la primera porque el Bosque Andino con énfasis en magnolias comprende la zona en donde se encuentra la mayor representatividad de especies de la familia Magnoliaceae, las cuales están en su gran mayoría en peligro crítico y en peligro; la segunda razón es que la zona del *Arboretum* es el área con mayor número de especies dentro del JBB, por lo cual existen varias de las especies en alguna de las categorías de conservación mencionadas.

La determinación de las especies existentes en la colección viva de plantas del Jardín Botánico de Bogotá y las categorías de conservación en las que se encuentran cada una de ellas, es el principal insumo para la realización de los planes de enriquecimiento de la colección viva; ella permite seleccionar los grupos focales de plantas para propender la conservación *ex situ* de las mismas. Una vez obtenido el listado de las especies que se encuentran en alguna categoría de conservación dentro del JBB, es importante realizar el seguimiento fenológico de estas especies, con el fin de desarrollar la propagación sexual y asexual de las mismas para mantener la especie en el tiempo y en condiciones *ex situ*.

La visualización de las especies e individuos a través del visor geográfico piloto permitió consultar fácilmente datos taxonómicos, de amenaza y la ubicación de los componentes presentes en la colección viva del jardín. Se recomienda continuar con la alimentación de la base de datos asociada a sistemas de información geográficos, así como valorar otro tipo de datos que puedan ser registrados, como nombres comunes y fotografías, entre otros. Se sugiere desarrollar estrategias de divulgación virtuales que pueden ampliar el público interesado en este tipo de especies, y evaluar la implementación de geovisores con plataformas libres o licenciadas.

El Jardín Botánico de Bogotá está desempeñando un papel relevante en la conservación *ex situ* con el mantenimiento de su colección viva, y en especial las plantas en categorías de amenaza. Para continuar con esta labor se propone hacerle seguimiento a este grupo de plantas con la captura de datos como crecimiento, fenología y mortalidad. Además, es necesario evaluar su inclusión en planes de enriquecimiento para buscar aumentar

la variabilidad genética siempre y cuando las condiciones poblacionales lo permitan, o propiciar el intercambio de material con otras colecciones del país. Asimismo, se sugiere incluir en la agenda institucional la ampliación y mejoramiento de instalaciones para su mantenimiento y propagación de acuerdo con los resultados de densidad de especies. Finalmente, se propone la difusión que resalte la presencia de estas especies en el Jardín a través de la educación ambiental, la guianza y estrategias virtuales que permitan ampliar el público receptor.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a Carlos López y Mónica Álvarez por iniciar una etapa en la organización de la base de datos, así como por promover el manejo de aplicaciones de datos geográficos en dispositivos móviles. A Clara Morales por la gestión institucional durante su permanencia. Al grupo de investigadores de la línea de Colecciones Vivas (cv) por el apoyo y aportes en las accesiones. A Johanna Velásquez por sus lineamientos en la organización de la información y en la gestión de calidad de datos. Un reconocimiento especial a Diego Moreno del herbario JBB por su constante apoyo en el manejo de tablas, bases de datos y control de calidad. A los operarios de cv por su trabajo en el mantenimiento de las colecciones y apoyo en la captura de datos. Al equipo administrativo de la Subdirección Científica por su constante trabajo.

Referencias

- Aekakkararungroj, A., Chishtie, F., Poortinga, A., Mehmood, H., Anderson, E., Munroe, T., ..., y Saah, D. (2020). A publicly available GIS-based web platform for reservoir inundation mapping in the lower Mekong region. *Environmental Modelling & Software*, 123, s. p. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104552>
- Bernal, R., Sanín, M. J., y Galeano, G. (2015). *Plan de conservación, manejo y uso sostenible de la palma de cera del Quindío (Ceroxylon quindiuense), Árbol Nacional de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- BGCI. (2012). *International Agenda for Botanic Gardens in Conservation*. Richmond, UK: Botanic Gardens Conservation International.

- Calderón E. (1998). Lista selecta de plantas de Colombia extintas o en peligro de extinción. En M. E. Chaves, y N. Arango (Eds.). *Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad – Colombia* (pp. 448-462). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – PNUMA – Ministerio del Medio Ambiente.
- Calderón E., Galeano G., y García N. (Eds.). (2002). *Libro Rojo de las Plantas Fanerógamas de Colombia*. Vol. 1. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.
- Calderón E., Galeano G., y García N. (Eds.). (2005). *Libro Rojo de Plantas de Colombia*. Vol. 2. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt - Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Calderón-Sáenz E. (Ed.). (2007). *Libro Rojo de Plantas de Colombia*. Vol. 6. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- CDB (Convenio sobre la Diversidad Biológica). (2012). *Estrategia Mundial para la Conservación de las Especies Vegetales*. Richmond: Botanic Gardens Conservation International.
- Cope, M. (2018). Application of Cloud-Based Geospatial Technologies to Flowering Phenology and Environmental Education. *Tiger Prints*. Recuperado de https://tigerprints.clemson.edu/all_dissertations/2406
- Donaldson, J. S. (2009). Botanic gardens science for conservation and global change. *Trends in plant science*, 14(11), 608-613. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2009.08.008>
- EEM. (2003). *Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment*. Washington, D. C.: World Resources Institute.
- Frehner, M., y Brändli M. (2006). Virtual database: Spatial analysis in a Web-based data management system for distributed ecological data. *Environmental Modelling & Software*. 21(11). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2006.05.012>
- Gaio-Oliveira, G., Delicado, A., y Martins-Loução, M. A. (2017). Botanic gardens as communicators of plant diversity and conservation. *The Botanical Review*, 83(3), 282-302. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12229-017-9186-1>
- Galeano, G., Bernal, R., y Figueroa, Y. (2015). *Plan de conservación, manejo y uso sostenible de las palmas de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- García, N., y Galeano, G. (2006). *Libro rojo de plantas de Colombia*. Vol. 3. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt - Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- García, N. (Ed.). (2007). *Libro Rojo de Plantas de Colombia*. Vol. 5. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt.
- García H., Moreno L. A., Londoño C. y Sofrony, C. (2010). *Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas: actualización de los antecedentes normativos y políticos, y revisión de avances*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Red Nacional de Jardines Botánicos.
- Han, R. (2019). Web GIS in Development: From Research and Teaching Perspectives. En *GIScience Teaching and Learning Perspectives* (pp. 103-122). Springer.
- Hardwick, K. A., Fiedler, P., Lee, L. C., Pavlik, B., Hobbs, R. J., Aronson, J., ..., y Dixon, K. (2011). The role of botanic gardens in the science and practice of ecological restoration. *Conservation Biology*, 25(2), 265-275. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01632.x>
- He, H., y Chen, J. (2012). Educational and enjoyment benefits of visitor education centers at botanical gardens. *Biological Conservation*, 149(1), 103-112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.048>
- López-Gallego, C. (2015). *Plan de acción para la conservación de las zamias de Colombia*. Bogotá: Universidad de Antioquia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- López, D. C., y Salinas, N. (2007). *Libro rojo de plantas de Colombia*. Vol. 4. Leticia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi.
- Martins-Loução, M. A., y Gaio-Oliveira, G. (2016). New challenges to promote botany's practice using botanic gardens: the case study of the Lisbon botanic garden. En *Plant Biodiversity. Assessment and Conservation*. Saudi Arabia: CAB International.
- MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible). (2013). *Política Nacional Para La Gestión Integral De La Biodiversidad y Sus Servicios Ecosistémicos*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible). (2018). *Lista de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino-costera de Colombia - Resolución 1912 de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Moreno, C. G., y de Lázaro Torres, M. L. (2020). Los SIG en la nube, una geotecnología al alcance del docente. En *Tecnologías emergentes y estilos de aprendizaje para la enseñanza* (pp. 89-98). España: Publicaciones GTEA.
- Park, E. Y. (2012). A plan for the development of botanic garden displays using local landscape resources.

- Korean Journal of Agricultural Science*, 39(4), 535-543. DOI: <https://doi.org/10.7744/cnujas.2012.39.4.535>
- Seaton, P.T., Hu, H., Perner, H., y Pritchard, H. (2010). Ex situ conservation of orchids in a warming world. *The Botanical Review*, 76(2), 193-203. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12229-010-9048-6>
- Swarts, N. D., y Dixon, K. W. (2009). Perspectives on orchid conservation in botanic gardens. *Trends in Plant Science*, 14(11), 590-598. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2009.07.008>
- UNEP-WCMC (Comps.). (2019). *Checklist of CITES Species*. Recuperado de <http://checklist.cites.org>
- Volis, S. (2015). Species-targeted plant conservation: time for conceptual integration. *Israel Journal of Plant Sciences*, 63(4), 232-249. DOI: <https://doi.org/10.1080/07929978.2015.1085203>
- Williams, S. J., Jones, J. P. G., Gibbons, J. M., y Clubbe, C. (2015). Botanic gardens can positively influence visitors' environmental attitudes. *Biodiversity and Conservation* 24, 1609–1620. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0879-7>
- Wilson, M. S., y Miller, C. T. (2015). Using Google Maps web-application to create virtual plant maps for use as an online study tool in plant identification courses. *HortTechnology*, 25(2), 253-256. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.25.2.253>