

Artículo de datos

Colección Viva del Jardín Botánico de Bogotá, Colombia

Living Collection of the Botanical Garden of Bogotá, Colombia

Camilo Esteban Cadena-Vargas ^{ib}✉, Shirley Dayana Sánchez Callejas ^{ib}✉,
Johanna Velásquez Niño ^{ib}✉

Resumen

El Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis tiene una amplia colección de plantas vivas, con la que se promueve la investigación y conservación *ex situ* de la flora, con énfasis en la región andina, y que es visitada continuamente por la ciudadanía. En años recientes, se fortaleció la sistematización, georreferenciación, enriquecimiento y señalización de los individuos en las diferentes zonas del Jardín. En especial, el desarrollo de bases de datos y la aplicación de tecnologías de la información han permitido la actualización del inventario. La base de datos de la colección abarca 19 546 accesiones georreferenciadas, que corresponden a 184 familias, 723 géneros y 1185 especies de plantas, entre las que están 89 en categorías de amenaza a nivel nacional. Se sugiere continuar con la documentación de nuevos individuos, y aumentar el nivel de determinación taxonómica. Además, seguir con el mantenimiento y mejora de las bases de datos de la Colección Viva y avanzar en su interoperabilidad con otras bases, como las colecciones de referencia, y evaluar estrategias de publicación.

Palabras clave. Botánica. Colecciones vivas. Conservación. Especies amenazadas. Inventario.

Abstract

The José Celestino Mutis Botanical Garden of Bogotá has a wide collection of living plants, with which *ex situ* research and conservation of flora is promoted, with emphasis on the Andean region, and which is continuously visited by citizens. In recent years, the systematization, georeferencing, enrichment and signaling of individuals in the different areas of the Garden have been strengthened. In particular, the development of databases and the application of information technologies have made it possible to update the inventory. The collection database includes 19 546 georeferenced accessions, corresponding to 184 families, 723 genera and 1185 plant species, among which 89 are in threat categories at the national level. The documentation of new individuals continues, and the level of taxonomic determination increases. In addition, continue with the maintenance and improvement of the living collection databases and advance their interoperability with other databases, such as reference collections, and evaluate publication strategies.

Keywords. Botany. Conservation. Living collection. Inventory. Threatened species.

Introducción

La obtención y correcta administración de datos sobre la composición y diversidad de plantas en los jardines botánicos permite: establecer indicadores básicos y relevantes para su diagnóstico y monitoreo (Vallejo & Acosta, 2005), evaluar estrategias específicas de propagación (Rita & Silvano, 2006), hacer seguimiento a su estado fenológico y fitosanitario (Cárdenas-Henao *et al.*, 2015; Shvets *et al.*, 2020), identificar especies que ameritan especial atención por su estado de amenaza o representatividad (Kurniawan *et al.*, 2020; Mutie *et al.*, 2020) y facilitar investigaciones en otros grupos biológicos como aves e insectos (Zamora-Carrillo *et al.*, 2011; Sikora *et al.*, 2016; Echude *et al.*, 2020).

El Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis (JBB) es un centro de investigación que alberga diferentes colecciones botánicas como la etnobiológica, el herbario, la carpoteca, y la de tejidos, entre otras. Si bien dichas colecciones tienen énfasis en plantas de ecosistemas altoandinos y de páramo, poseen también material vegetal procedente de otras zonas del país (Diazgranados, 2015). Además, se encuentra la Colección Viva que busca la conservación *ex situ* de la flora y está distribuida en 34 zonas temáticas que se han convertido en eje de investigación, educación y divulgación al público (Camelo-Mendoza *et al.*, 2016; Ordoñez-Blanco, 2013; Martínez-Peña & Candela, 2018; Cadena-Vargas *et al.*, 2020).

El Jardín Botánico de Bogotá fue fundado en 1955 e inició el proceso de creación de su colección viva con el enriquecimiento de plantas procedentes de salidas de campo promovidas por Enrique Pérez Arbeláez y las donaciones de diferentes botánicos del país (Diazgranados, 2015). Desde finales de la década de los noventa hasta el año 2015, las accesiones de la Colección Viva (como se llama a los registros de la base de datos) se almacenaban en tablas de Excel y en el software BG-Bases, que hasta ese momento no estaban vinculados a un sistema de información geográfico (SIG). La falta de un sistema de información adecuado generaba problemas al actualizar zonas del Jardín, porque los trabajos se realizaban en papel, por lo que se perdía confiabilidad en la ubicación de las accesiones, inconsistencias en sus traslados, y dificultades al reportar los individuos muertos.

Desde 2017 se inició el inventario digital de la Colección Viva que comprendió el desarrollo de nuevas bases de datos que incluyen un SIG local, el uso de herramientas y plataformas de almacenamiento virtual (ArcGis

Online), la captura de datos y su georreferenciación por medio de dispositivos móviles (Collector for ArcGis), el etiquetado y la determinación del material vegetal, y la descarga y análisis de la información de forma remota. Este inventario finalizó en 2019, aunque las actividades de actualización son permanentes.

El presente artículo presenta los resultados de la captura de información de los individuos de la colección viva, y de su respectiva actualización en la base de datos hasta la fecha de publicación en el Sistema de Información sobre Biodiversidad (SIB). Los resultados están relacionados con aspectos taxonómicos, categorías de amenaza y distribución al interior del Jardín Botánico. Esta información puede ayudar en la toma de decisiones administrativas, de manejo, educación e investigación alrededor de la colección viva.

Datos del proyecto

Título. Enriquecimiento de las Colecciones Vivas del Jardín Botánico de Bogotá

Nombre. Camilo Esteban Cadena Vargas

Fuentes de financiación. Recursos del Distrito Capital. Última fuente: proyecto de inversión 1121 “Investigación para la conservación de los ecosistemas y la flora de Bogotá D.C. y la región”

Descripción del área estudio. El inventario y sistematización de especies de plantas se realizó en las instalaciones del Jardín Botánico de Bogotá, donde se encuentran 34 zonas temáticas que buscan representar diferentes zonas de vida del país, algunas con orientación de uso como la medicinales, ornamentales y agroecológicas.

Descripción del proyecto. El proyecto busca recopilar y actualizar el inventario de plantas presentes en la colección viva del Jardín Botánico de Bogotá (JBB). Estos datos son capturados por investigadores en sus actividades de revisión y mantenimiento de las diferentes zonas del Jardín. A su vez, las accesiones son almacenadas y compiladas en bases de datos, y dispuestas en sistemas de información geográficos para su análisis.

Cobertura taxonómica

Descripción. La base de datos comprende 20 487 registros, de los cuales 19 546 accesiones se reportan en

estado vivo. Las accesiones vivas pertenecen a 184 familias, 723 géneros y 1185 especies, en su mayoría de Tracheophyta y Bryophyta. Las familias más numerosas son Orchidaceae (24 %), Bromeliaceae (6 %), Arecaceae (4 %), y Asteraceae, Melastomataceae y Myrtaceae (3 % cada una) (Figura 1). Los Briófitos *sensu lato* (compuestos por las divisiones de Bryophyta y Marchantiophyta) comprenden menos del 1 % de la colección general. También se cuenta con líquenes (Hongos liquenizados, división Ascomycota).

Categorías

Orden. Órdenes con mayor número de accesiones: Asparagales, Arecales, Asterales, Ericales, Lamiales, Malpighiales, Myrtales, Poales, Polypodiales, Rosales.

Familia. Familias botánicas con mayor número de accesiones: Araceae, Araliaceae, Arecaceae, Asteraceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Lythraceae, Melastomataceae, Moraceae, Myrtaceae, Orchidaceae, Podocarpaceae, Primulaceae, Rosaceae, Solanaceae.

Género. Géneros con mayor número de accesiones: *Aechmea*, *Anthurium*, *Austrocylindropuntia*, *Cattleya*, *Ceroxylon*, *Citharexylum*, *Croton*, *Cymbidium*, *Epidendrum*, *Ficus*, *Lafoensia*, *Masdevallia*, *Myrcianthes*, *Myrsine*, *Oncidium*, *Oreopanax*, *Pleurothallis*, *Quercus*.

Cobertura geográfica

Descripción. La cobertura geográfica de la procedencia del material vegetal abarca ecosistemas altoandinos y de páramo del altiplano Cundiboyacense. Sin embargo, se registran especies exóticas y de diferentes ecosistemas de Colombia, provenientes de salidas de campo y donaciones de los departamentos del Guaviare, Santander, Norte de Santander, Tolima, Huila, Chocó, Bolívar, Antioquia, Putumayo y San Andrés, entre otros.

Coordenadas. 2°35'31.2''S-11°44'16.8''N; 81°52'12''O-66°47'49.2''O

Cobertura temporal

01 de enero de 2013-11 de diciembre de 2019

Datos de la colección

Nombre de la colección. JBJCM-Jardín Botánico José Celestino Mutis-Colección Viva

Identificador de la colección. Registro Nacional de Colecciones: 130

Identificador de la colección parental. No aplica

Método de preservación de los especímenes. Colección viva

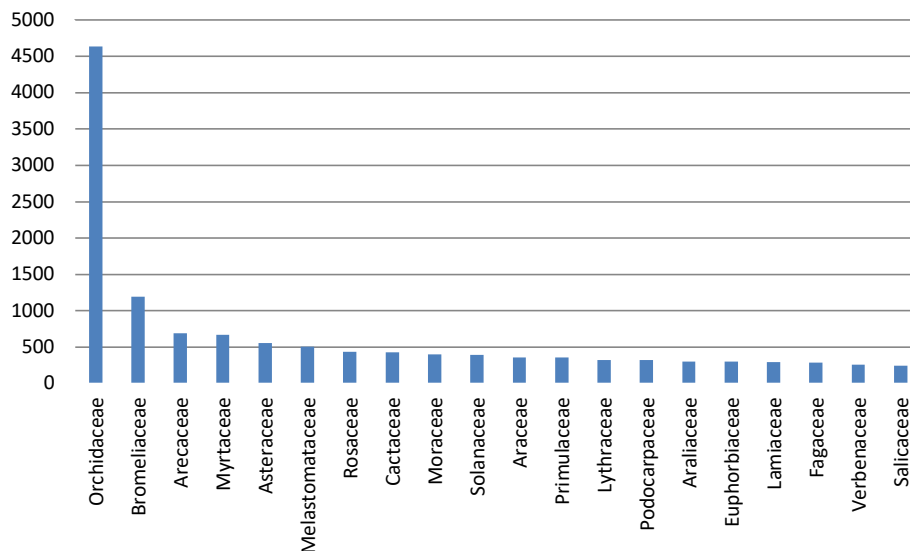


Figura 1. Familias con mayor número de accesiones en la colección viva del Jardín Botánico de Bogotá, Colombia.

Figure 1. Families with the greatest number of accessions in the living collection of the Bogotá Botanical Garden, Colombia.

Materiales y métodos

Área de estudio

El inventario y georreferenciación de individuos de la Colección Viva de plantas se realizó en el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. El Jardín tiene una extensión de 19.5 hectáreas y se encuentra distribuido en 34 áreas que representan temáticamente zonas de vida y aspectos de uso de las plantas. Para documentar las accesiones se visitaron todas las áreas que componen el Jardín, como las colecciones de palmas, melastomataceas, páramo, bosque altoandino, bosque de niebla, y los bosques andinos con énfasis en magnolias, quinas, robles, lauráceas, entre otras. Además, se revisaron las plantas que pertenecen a la línea de la colección especializada para la conservación (CEPAC) que ha priorizado familias botánicas como Araceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Gunneraceae, Lamiaceae, Passifloraceae y Orchidaceae.

Descripción del muestreo

Desde el año 2017 se inició el inventario de plantas de cada uno de los individuos existentes en el Jardín Botánico con la actualización de las zonas temáticas que componen la colección. Se utilizaron los registros procedentes de bases tabulares previas como línea base de información, empleando datos taxonómicos y de origen de algunas plantas. A su vez, se determinaron los atributos de la base de datos que se refieren principalmente a su identificador en el catálogo, su taxonomía, datos de procedencia, fenología, condición fitosanitaria, fisonomía, localización en la colección, y mortalidad, entre otros.

Es importante resaltar que una accesión se considera como el material que se ingresa en la colección viva, y corresponde a un registro en la base de datos geográfica. Esta base posee elementos tipo punto, polígono o línea de acuerdo con la forma de crecimiento de las plantas (individual o agregado), y con su disposición en el terreno. Por lo tanto, una accesión puede corresponder a uno o varios individuos, según el tipo de entidad espacial en que se ingresa.

La base se asoció a la plataforma ArcGis Online para tener datos en la nube, facilitar su captura en terreno y tener su ubicación. Asimismo, se empleó la aplicación para dispositivos móviles Collector for ArcGis, para registrar los datos en campo con o sin conexión a internet; esta aplicación permite adjuntar otro tipo de información, como fotografías, y al finalizar la sesión permite

su sincronización con los datos virtuales. Con tabletas y celulares se hicieron jornadas de trabajo para cubrir toda el área de la colección viva y adelantar un inventario que abarcaba cada individuo en los diferentes estratos.

Los datos almacenados en la nube fueron descargados periódicamente en formato *file geodatabase*, para hacer controles de ubicación espacial, revisar datos adjuntos, analizar la completitud de campos, y detectar y subsanar inconsistencias.

Control de calidad

Los datos fueron consultados constantemente en plataformas en línea y de escritorio, para depurar su ubicación geográfica, además de revisar otros atributos. La base de datos virtual fue descargada periódicamente para realizar control de calidad en la consistencia de datos y la revisión de taxonomía, con referencia al Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia (<http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/>), Tropicos (<https://www.tropicos.org>) y Catálogo de la vida (<http://www.catalogueoflife.org/>). Aspectos como el nivel de amenaza y la inclusión en CITES se consultaron respectivamente en la resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente (MADS, 2018) y listados globales dispuestos en línea por la convención (<http://checklist.cites.org>).

Descripción de la metodología paso a paso

Los pasos para registrar las accesiones en la base de datos de colecciones vivas son los siguientes:

- Actualización de zonas de la Colección Viva y su representación en un sistema de información geográfico.
- Diseño y estructuración de las bases de datos.
- Determinación de los modos de captura geográfica de registros de la colección.
- Creación de las bases de datos y organización en formato *file geodatabase*.
- Carga de las capas geográficas y geodatabase en un sistema en línea (ArcGis Online). Generación de cartografía virtual para su descarga en dispositivos.
- Descarga del aplicativo para trabajo en dispositivos móviles (Collector for ArcGis) y de los respectivos

- mapas para su trabajo sin conexión a internet, si es necesario.
- Planificación de jornadas para el inventario uno a uno de los individuos de la colección viva.
- Registro de individuos, datos asociados y georreferenciación de los individuos.
- Sincronización de datos entre los dispositivos y la base de datos virtual al finalizar cada jornada.
- Descarga mensual de los datos almacenados en la nube en los formatos de archivo geográficos, para su representación en el SIG local (ArcGis Map, ArcGis Catalog).
- Revisión, monitoreo y análisis de los datos. Control de calidad geográfico y de atributos. Consulta de listados de amenaza y CITES.

- Mapeo en Darwin Core para su posterior publicación a través de las plataformas del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, de acuerdo con sus estándares y procedimientos.

Resultados

Descripción del conjunto de datos

La base de datos de la colección viva del JBB contiene 19 546 registros de plantas vivas, que corresponden a 55 493 individuos de 183 familias, 724 géneros y 1185 especies. Las cifras presentadas son dinámicas y varían continuamente, por los nuevos ingresos y por la mortalidad. Esta lista no tiene registros del nuevo Tropicario.

Las familias con mayor número de especies en la colección son Orchidaceae (22.5 %) Bromeliaceae (6.2 %), Asteraceae (3.8 %) y con 2.8 % Lamiaceae (Figura 2). Las especies más abundantes son *Lafoensia acuminata* (307 individuos), *Myrcianthes leucoxylla* (275), *Quercus*

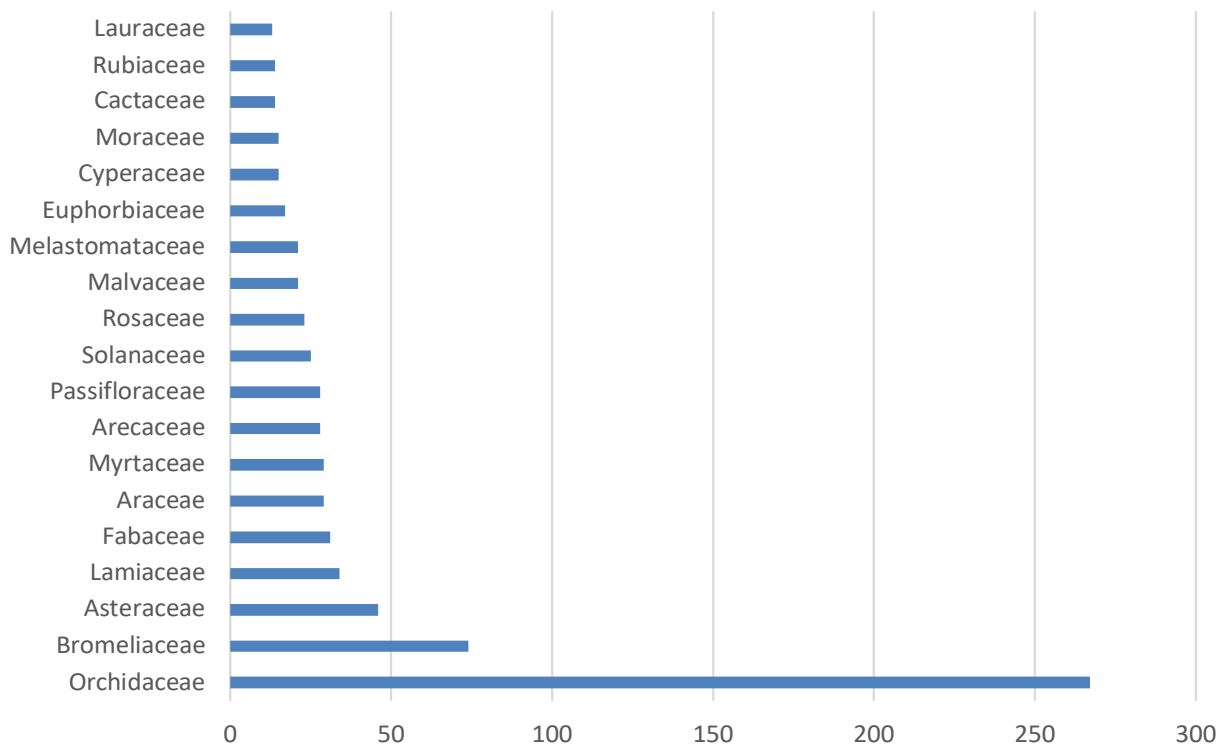


Figura 2. Familias con mayor número de especies en la colección viva del Jardín Botánico de Bogotá, Colombia.

Figure 2. Families with the greatest number of species in the living collection of the Bogotá Botanical Garden, Colombia.

humboldtii (245), *Retrophyllum rospigliosii* (220), *Croton coriaceus* (210), *Ficus americana* (209) y *Ceroxylon quindiuense* (190).

La colección viva se encuentra 100 % georreferenciada en las áreas del Jardín. El 41% tienen datos geográficos de procedencia y el porcentaje restante corresponde a accesiones antiguas, incluso desde el periodo de fundación, de los cuales no fue posible establecer su origen por falta de documentación histórica. En la actualidad se inició un proceso de recopilación de información con botánicos de trayectoria de la institución para reconocer localidad de procedencia de algunas plantas. Los resultados permiten identificar que las zonas abiertas

del JBB con mayor número de accesiones son el sistemático de criptógamas (8.2 %), el páramo (7.3 %), el bosque altoandino (6.1 %), el arboretum (5.4 %), y el bosque de niebla (3.6 %). Asimismo, se estableció que hay sitios confinados que suman cerca del 30 % de los registros de la colección, como el banco plantular (6.2 %), los invernaderos de bromelias y orquídeas de clima frío (16.5 %), y el de orquídeas de clima cálido (6.7 %; **Figura 3**).

Entre las accesiones se encuentran 89 especies de plantas en las categorías de amenaza: en peligro (34), en peligro crítico (14) y vulnerable (39). Las especies en riesgo con mayor número de accesiones son *Quercus humboldtii*, *Ceroxylon quindiuense* y *Masdevallia ignea*.

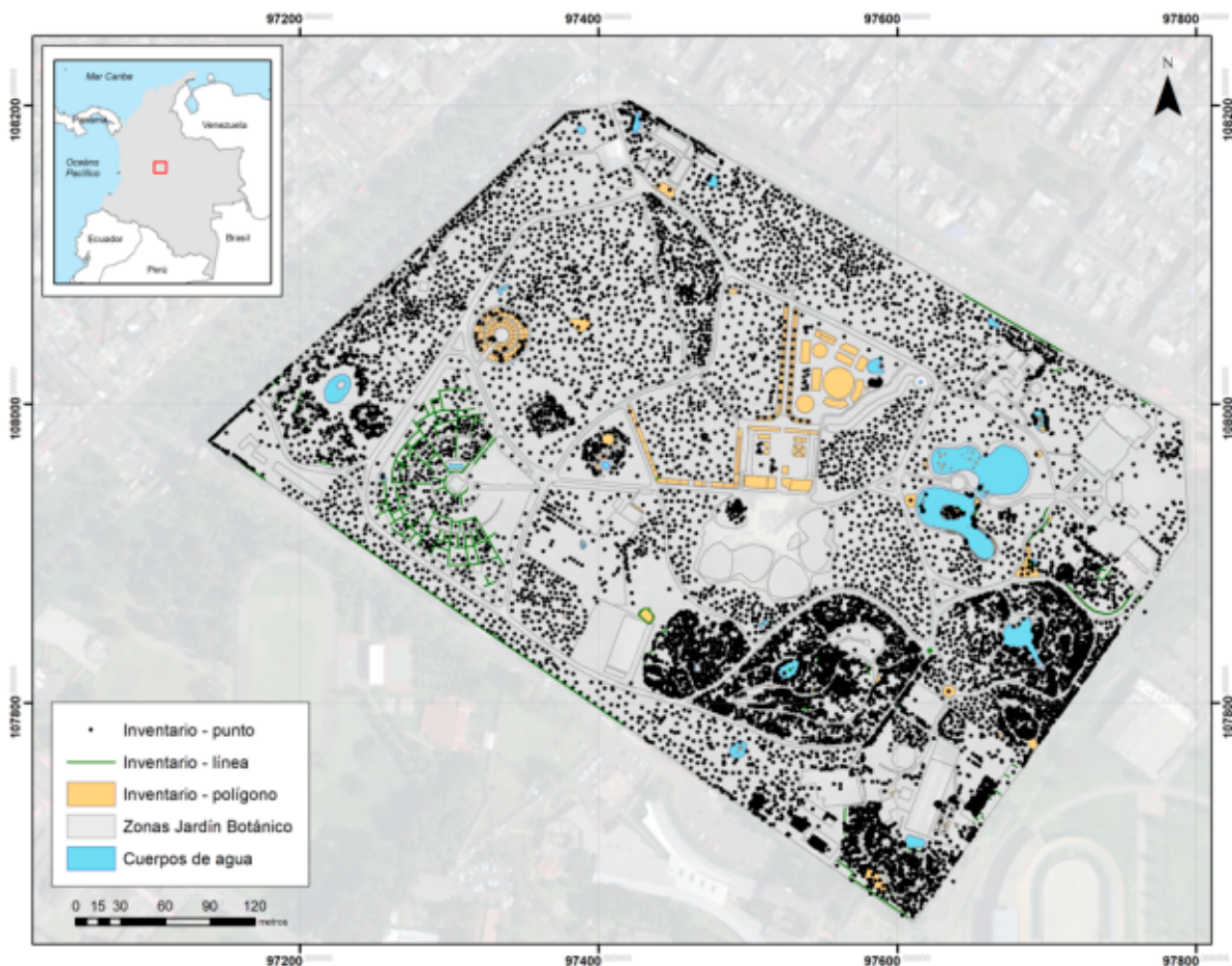


Figura 3. Mapa de accesiones registradas en el Jardín Botánico de Bogotá, Colombia. El inventario se realizó tomando datos geográficos de acuerdo con la forma de crecimiento de la planta, en entidades tipo punto, línea y polígono.

Figure 3. Map of accessions in the Bogota Botanical Garden, Colombia. The inventory was made taking geographic data according to the growth form of the plant, as point, line and polygon entities.

También se estableció que 62 especies en estas categorías tienen menos de 10 individuos. La familia con mayor número de especies amenazadas es Orchidaceae. El 35 % del total de accesiones se reconocen hasta el nivel de género.

URL del recurso. Para acceder a la última versión del conjunto de datos:

IPT. <http://doi.org/10.15472/98sgdl>

Portal SiB Colombia. <https://datos.biodiversidad.co/dataset/f885c8c7-8312-4e4d-a9f4-7e5b30a0a2d1>

Portal GBIF. <https://www.gbif.org/dataset/f885c8c7-8312-4e4d-a9f4-7e5b30a0a2d1>

Nombre. Colección Viva del Jardín Botánico de Bogotá

Idioma. Español

Codificación de caracteres. UTF-8

URL del archivo. Para acceder a la versión del conjunto de datos descrita en este artículo:

https://ipt.biodiversidad.co/biota/resource?r=coleccion_viva_jbb

Formato del archivo. Darwin Core

Versión del formato del archivo. 1.0

Nivel de jerarquía. Dataset

Fecha de publicación de los datos. 2019-12-18

Idioma de los metadatos. Español

Fecha de creación de los metadatos. 2018-09-11

Licencia de uso. [Creative Commons Attribution \(CC-BY\) 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Discusión

La sistematización de las colecciones biológicas es un pilar fundamental para el análisis de sus registros, así como es un insumo para herramientas que permitan su visibilidad, acceso y uso (Arias *et al.*, 2018). Las actividades realizadas en la Colección Viva del JBB para la elaboración y actualización de su inventario han permitido

establecer cifras concretas de composición y diversidad. Esto ha sido resultado del desarrollo de bases de datos asociadas a un SIG, el uso de plataformas en dispositivos móviles y el constante trabajo de campo para la identificación de las plantas. Esto es congruente con diversos trabajos que han resaltado la importancia de desarrollar procesos claros en la digitalización de colecciones botánicas (Morgan, 2011; de la Hidalga *et al.*, 2020), así como fortalecer las herramientas de sistemas de información geográfica para tener datos actualizados en las áreas de un jardín botánico (Dobesova, 2012; Dobesova *et al.*, 2013; Escuer & Uibo, 2019).

Las considerables cifras permiten reconocer al Jardín Botánico de Bogotá como una entidad que contribuye con la conservación *ex situ* de plantas, cumpliendo con las misiones y mandatos de diversos entes nacionales e internacionales (Samper & García, 2001; García *et al.*, 2010; CDB, 2012; MADS, 2013). La presencia de especies amenazadas resalta el papel del Jardín en la conservación, y es relevante que los equipos de trabajo revisen su plan de enriquecimiento de colecciones para que prioricen aquellas con baja representatividad y fortalezcan su investigación, busquen incluirlas en estrategias de propagación asistida desarrollada por otros grupos del Jardín, y promuevan iniciativas de educación ambiental para su difusión entre el público, tal y como se ha mencionado en otras investigaciones (Stefaniak & Bomanowska, 2011; Cadena *et al.*, 2020). Asimismo, los datos pueden contribuir con la selección de especies para el enriquecimiento de la colección, y así fortalecer áreas como el páramo, los bosques andinos y altoandinos, que son objeto de estudio del JBB, y que se han propuesto como prioritarios ante el desafío del cambio climático (Cleef, 2013).

Los resultados son el inicio de la consolidación de datos de composición del Jardín Botánico, con lo cual un siguiente paso puede estar orientado a realizar catálogos de determinados grupos, como lo están haciendo otras colecciones similares (Cunha *et al.*, 2005; Sánchez-Pentón *et al.*, 2018; da Silva *et al.*, 2020).

Se sugiere evaluar la densidad de individuos en diferentes áreas de la colección y hacerles seguimiento en aspectos como sanidad vegetal y mortalidad, además de fortalecer la infraestructura de los ambientes confinados, donde se concentran muchas especies amenazadas. Es relevante reforzar los procesos curatoriales, debido al alto número de individuos identificados a nivel de género o de especie sin confirmar. Es necesaria la estandarización de las técnicas en la toma de altura

y perímetro de las plantas, así como revisar los datos ya registrado para facilitar su análisis. También se recomienda emplear las bases de datos geográficas como insumo de herramientas públicas que permitan la difusión sobre el contenido biológico del Jardín Botánico. Asimismo, es importante evaluar la adición de atributos como la fenología para el seguimiento de las distintas especies. Es primordial que la administración del JBB consolide el equipo científico y técnico encargado de la Colección Viva, manteniéndolo a largo plazo, para garantizar la continuación de investigaciones y de un adecuado mantenimiento de sus áreas.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a Clara Morales, Fabio Ávila, Carlos López y Mónica Álvarez quienes dieron inicio y promovieron los mecanismos de captura y almacenamiento de datos provenientes de las accesiones. A los investigadores de la línea de Colecciones Vivas por su trabajo y aportes en la base de datos, en especial a Blanca Caleño (colección general); Andrea Morales (páramo y Gunneraceae); Angélica Aponte y Diana Vargas (criptogamio); Lizeth Rodríguez, Margarita López y Juan Camilo Ordóñez (CEPAC); Liliana Martínez (plantas acuáticas); y Ana Belén Hurtado, Mauricio Bernal y Nicolás Rodríguez (Tropicario). Destacamos a Diego Moreno, del herbario JBB por sus aportes a las bases de datos, y apoyo en el control de calidad. A los operarios de la línea por el mantenimiento de las colecciones. Al equipo administrativo de la Subdirección Científica por su trabajo. Hacemos especial reconocimiento a botánicos de larga trayectoria que han contribuido en el desarrollo de la colección viva, como Gustavo Morales, Miguel Quintero, y Francisco Sánchez (q.e.p.d.).

Referencias

Arias, C. G. C., Henao, C. A. A. & Vega, O. A. (2018). Plataforma web para colecciones biológicas: caso Herbario Universidad del Quindío. *Scientia et Technica*, 23(2), 249-257.

Cadena-Vargas, C.E., Sánchez-Callejas S. D. & Morales-Pisco A. (2020). Plantas amenazadas de la colección viva del Jardín Botánico de Bogotá. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 15(2), 45-56. <https://doi.org/10.18359/rfcb.4382>

Camelo-Mendoza, L., Martínez-Peña, M., Ovalle-Serrano, H., & Jaimes V. (2016). Conservación *ex situ* de

la vegetación acuática de humedales de la sabana de Bogotá. *Biota Colombiana*, 17, 3-26. <https://doi.org/10.21068/C2016s01a01>

Cárdenas-Henao, M., Londoño-Lemos, V., Llano-Almario, M., González-Colorado, Á. M., Rivera-Hernández, K. L., Vargas-Figueroa, J. A., ... & Moreno-Cavazos, M. P. (2015). Fenología de cuatro especies arbóreas de bosque seco tropical en el Jardín Botánico Universitario, Universidad del Valle (Cali), Colombia. *Actualidades Biológicas*, 37(103), 121-130.

Convenio sobre la Diversidad Biológica –CDB–. (2012). *Estrategia Global para la Conservación de las Especies Vegetales*. Gran Canaria: CDB, UNEP, Botanic Gardens Conservation International. 15pp.

Cleef, A. M. 2013. *Aporte a la misión de los jardines botánicos de Colombia frente al cambio climático*. Trabajo presentado en Memorias del II Encuentro internacional de ecología aplicada a la conservación de la flora: los jardines botánicos afrontando el cambio climático. Bogotá, D.C. Colombia.

Cunha, M., Moraes, M., Zaldini, C., & Forzza, R. (2005). The Orchidarium of Rio de Janeiro Botanic Garden, Brazil. *Selbyana*, 26(1/2), 288-292. www.jstor.org/stable/41760202

da Silva, F. K., da Paz, J. R. L., & Moreira, A. L. C. (2020). Checklist de Convolvulaceae da Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília, Distrito Federal, Brasil. *Paubrasilia*, 3(1). <https://doi.org/10.33447/paubrasilia.v3i1.23>

de la Hidalga, A. N., Rosin, P., Sun, X., Bogaerts, A., De Meeter, N., De Smedt, S., ... & Groom, Q. (2020). Designing an herbarium digitisation workflow with built-in image quality management. *Biodiversity Data Journal*, 8, e47051. <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e47051>

Diazgranados, M. (2015). El rol de los jardines botánicos en la transformación de las ciudades del futuro: el caso del Jardín Botánico de Bogotá. *Revista Chagual*, 13, 4-15.

Dobesova, Z. (2012). Geographic information systems for botanical garden-steps of design and realization. Trabajo presentado en 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Sofía.

Dobesova, Z., Vavra, A., & Netek, R. (2013). Cartographic aspects of creation of plans for botanical garden and conservatories. Trabajo presentado en International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM, 1, 653pp.

Echude, D., Amobi, M. I., Umar, S. U., Ezenwa, I. M., & Okechukwu, C. N. (2020). Checklist and comparison of butterfly species found in zoological and

- botanical gardens, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State, Nigeria. *Bio-Research*, 18(1), 1071-1077.
<https://doi.org/10.4314/br.v18i1.1>
- Escuer, O., & Uibo, E. K. (2019). *Digitalization and conservation in geotadabase of plant genetic resources at the Botanical Garden of the University of Tartu*. En University of Latvia (Ed.). *Baltic Botanic Gardens in 2015-2017* (74-77). Riga, Latvia: University of Latvia Press.
- García, H., Moreno, L., Londoño, C. & 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.
<http://hdl.handle.net/20.500.11761/31393>
- Kurniawan, V., Putri, D. M., & Surya, M. I. (2020). Current status of threatened plant collections in Cibodas Botanical Garden based on IUCN Red List. *JPK Wallacea*, 9(1), 31-42,
<https://doi.org/10.18330/jwallacea.2020.vol9iss-1pp31-42>
- Martínez-Peña, L., & Candela, C. L. (2018). Islas flotantes como estrategia para el establecimiento de plantas acuáticas en el Jardín Botánico de Bogotá. *Gestión y Ambiente*, 21(1), 110-120.
<https://doi.org/10.15446/ga.v21n1.69209>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS-. (2013). *Política Nacional Para La Gestión Integral De La Biodiversidad y Sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS-. (2018). *Lista de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino-costera de Colombia*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Morgan, B. J. (2011). Geographic information systems for the plant sciences. *Arnoldia*, 69(1), 14-22.
- Mutie, F. M., Gao, L. L., Kathambi, V., Rono, P. C., Musili, P. M., Ngugi, G., ... & Wang, Q. F. (2020). An ethnobotanical survey of a dryland botanical garden and its environs in Kenya: The Mutomo Hill Plant Sanctuary. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020, 1-22.
<https://doi.org/10.1155/2020/1543831>
- Ordoñez-Blanco, J. C. (2013). Avances para la conservación de *Masdevallia caudata* Lindl. (Pleurothallidinae: Orchidaceae) en Bogotá D. C. y su área de influencia. *Lankesteriana*, 13(1-2), 151-152.
- Rita, A., & Silvano, M. (2006). Ex situ conservation and rare plants propagation in the Lecce botanical garden: reproductive biology problems. *Caryologia-Firenze*, 59(4), 345.
- Samper, C. & García, H. (2001). *Plan Nacional de Jardines Botánicos de Colombia*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Red Nacional de Jardines Botánicos, Ministerio del Medio Ambiente, Botanic Gardens Conservation International, Darwin Initiative.
<http://hdl.handle.net/20.500.11761/31437>
- Sánchez-Pentón, M. J., Castañeda-Noa, I., & Arredondo-Quevedo, I. (2018). Catalogue of medicinal plants in alive collections of Botanical Garden, Villa Clara. *Centro Agrícola*, 45(3), 92-94
- Shvets, M., Markov, F., Galev, E., Pitsil, A. & Kulbanska, I. (2020). Phytosanitary state of plants the genus *Betula* in the botanical garden ZhNAEU. *Scientific Horizons*, 02(87), 43-52.
<https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-43-52>
- Sikora, A., Michoła, P., & Kelm, M. (2016). Flowering plants preferred by bumblebees (*Bombus* Latr.) in the Botanical Garden of Medicinal Plants in Wrocław, *Journal of Apicultural Science*, 60(2), 59-68.
<https://doi.org/10.1515/jas-2016-0017>
- Stefaniak, A., & Bomanowska, A. (2011). Plant collections in the teaching and experimental Botanical Garden of the University of Lodz (Poland). *Biologica Nyssana*, 3(1), 1-10.
- Vallejo, M. Y. & A. Acosta. (2005). Aplicación de indicadores de conocimiento sobre biodiversidad para el diagnóstico y comparación de colecciones biológicas. *Nova*, 3(4), 48-57.
<https://doi.org/10.22490/24629448.336>
- Zamora-Carrillo, M., Amat-García, G. D., & Fernández-Alonso, J. L. (2011). Estudio de las visitas de las moscas de las flores (Diptera: Syrphidae) en *Salvia bogotensis* (Lamiaceae) en el Jardín Botánico José Celestino Mutis (Bogotá DC, Colombia). *Caldasia*, 33(2), 453-470.



Camilo Esteban Cadena-Vargas

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
Universidad Militar Nueva Granada
Bogotá, Colombia.

<https://orcid.org/0000-0003-1946-5660>

cecadena@gmail.com

Autor para correspondencia

Shirley Dayana Sánchez Callejas

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
Bogotá, Colombia.

<https://orcid.org/0000-0002-6916-9758>

dayana.jbb@gmail.com

Johanna Velásquez Niño

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
Bogotá, Colombia.

djvelasqueznino@gmail.com

**Colección Viva del Jardín Botánico de Bogotá,
Colombia**

Citación del artículo: Cadena-Vargas, C. E., Sánchez-Callejas, S. D. & Velásquez-Niño, J. (2021). Colección Viva del Jardín Botánico de Bogotá, Colombia. *Biota Colombiana*, 22(2), 163-172.

<https://doi.org/10.21068/c2021.v22n02a10>

Recibido: 17 de julio 2020

Aceptado: 25 de noviembre 2020