

Artículo original

Evaluación del estado de salud de la colección de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Museo de La Salle, Bogotá MLS-mam

Evaluation of the health status of the bat collection (Mammalia: Chiroptera) at *Museo de La Salle*, Bogotá MLS-mam

✉ Nerieth Goretti Leuro-Robles^{1,*}, ✉ Julieth Stella Cárdenas-Hincapié¹,
✉ Cristian Alexander Cruz-Rodríguez^{1,2}

¹ Museo de La Salle, Universidad de La Salle, Bogotá D.C., Colombia

² Grupo de Investigación en Biotecnología y Medio Ambiente, Universidad Incca de Colombia, Bogotá D.C., Colombia

Resumen

Fundada en 1904, la colección de mastozoología del Museo de La Salle (MLS) posee los ejemplares de su clase más antiguos en Colombia. Debido a su antigüedad, es necesario evaluar de manera constante y periódica la base de datos, la disposición y las condiciones asociadas con la conservación y la información específica de cada espécimen. Para ello, se calculó el índice de salud de la colección (ISC) mediante una revisión de los datos y la representatividad geográfica y el uso de los indicadores de evaluación de las colecciones propuestos por Cárdenas & Delgadillo (2019) y Acosta & Vallejo (2005). El ISC fue de 79,86 %, lo que indica que la colección se encuentra en un buen estado de conservación. La completitud de la información sobre los ejemplares depositados antes del 2000 fue de 3,7 % y después de ese año, de 2,20 %, es decir que la calidad de los datos de la colección es buena. Por otra parte, el índice geográfico registró un valor de 77,41 %, lo que evidencia la adecuada representación de las diferentes regiones del país como producto de las recolecciones hechas por la comunidad de hermanos de La Salle, siendo Norte de Santander el departamento mejor representado, con 293 ejemplares, seguido por Santander, con 174 ejemplares. Por último, a pesar del potencial que tiene la colección como referente histórico de la mastozoología colombiana, la ausencia de expertos durante varios años se refleja en la desactualización taxonómica de gran parte de sus ejemplares, así como en la necesidad de utilizar unidades de almacenamiento adecuadas que permitan su correcto acceso y crecimiento futuro.

Palabras clave: Colecciones zoológicas; Curaduría; Conservación; Diagnóstico; Especimen; Índice de salud de la colección (ISC)

Abstract

Founded in 1904, the mammalogy collection of the *Museo de La Salle* (MLS) has the oldest specimens of its kind in Colombia. Due to its age, it is necessary to constantly and periodically evaluate the database, disposition, storage environment conditions, and the information on each specimen. To this end, we calculated the collection health index (CHI) by reviewing both the data and the geographic representation of the collections based on the evaluation methods proposed by Cárdenas & Delgadillo (2019) and Acosta & Vallejo (2005). The CHI was 79.86%, which indicates that the collection has a good state of conservation. The data completeness for specimens deposited before 2000 was 3.7 % and 2.20% for those after this date, i.e., that the collection has good data quality. On the other hand, the geographic index was 77.41% evidencing an adequate representation of the country's different regions as a result of the collections made by the community of La Salle brothers; Norte de Santander is the department with the highest number of records, 293 specimens, followed by Santander with 174. Finally, despite the potential of the collection as one of the historical references of Colombian mammalogy, the absence for several years of expert curators is evidenced in the taxonomic outdated of a large part of the collection, as well as the need to have adequate storage units for its correct access and future growth.

Keywords. Conservation; Curatorship; Diagnosis; Collection Health Index (CHI); Specimen; zoological collections.

Citación: Leuro-Robles NG, Cárdenas-Hincapié JS, Cruz-Rodríguez CA. Evaluación del estado de salud de la colección de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) del Museo de La Salle, Bogotá MLS-mam. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat. 44(173):1047-1059, octubre-diciembre de 2020. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefn.1159>

Editor: Elizabeth Castañeda

***Correspondencia:**

Nerieth Goretti Leuro-Robles;
goreleuro@gmail.com

Recibido: 28 de febrero de 2020

Aceptado: 18 de agosto de 2020

Publicado: 5 diciembre de 2020



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Introducción

Las colecciones biológicas son los repositorios donde se almacenan ejemplares completos, partes, derivados o elementos asociados con la biodiversidad de un lugar específico en un periodo de tiempo determinado (Ossa, *et al.*, 2012; Mclean, *et al.*, 2016; McDonough, *et al.*, 2018). Dada la cantidad de información que almacenan, son fundamentales para solucionar preguntas en diferentes disciplinas como la taxonomía, la ecología, la evolución, la genética, la biogeografía y la sistemática, y por ello es importante su conservación y mantenimiento a lo largo del tiempo (Simmons & Muñoz-Saba, 2005; Dunnum, *et al.*, 2018).

El personal a cargo de custodiar y conservar las colecciones biológicas debe llevar a cabo las acciones necesarias para que estas no se deterioren con el paso del tiempo (Castaño & Ramírez, 2018), razón por la cual deben evaluar de manera constante la infraestructura, el espacio destinado para su almacenamiento y los costos de su manutención. Además, la institución debe contar con protocolos y procedimientos que garanticen un seguimiento a la calidad y validez nomenclatural de los ejemplares y respalden su determinación (Llorente, *et al.*, 1999) para que la información pueda utilizarse fácilmente en la investigación.

Teniendo en cuenta los diferentes retos a los que se enfrentan las colecciones, se han planteado metodologías para determinar cualitativa y cuantitativamente el estado de una colección (Trujillo, *et al.*, 2014; Paradell & Defea, 2017). Una de las herramientas utilizadas para esta evaluación es el índice de salud de las colecciones (ISC). Esta técnica cualitativa fue propuesta por el Museo Nacional de Historia Natural de los Estados Unidos en 1992 y modificada por McGinley (1993) para evaluar a través de categorías y de manera jerárquica una colección (Camacho & Burneo, 2009). Entre dichas categorías está la curaduría, es decir, el estudio y documentación de las especies resguardadas en las instituciones, así como la catalogación, clasificación, determinación taxonómica, cuidado y conservación de los ejemplares, los materiales, las unidades de almacenamiento, el mobiliario y la infraestructura. También se tiene en cuenta la información del ejemplar, así como la contenida en catálogos físicos y formatos digitales, para garantizar su consistencia y pertinencia para la colección científica (Restrepo, *et al.*, 2009).

Actualmente, en varias colecciones botánicas y zoológicas a nivel nacional e internacional se han implementado fórmulas para el diagnóstico del ISC. En los estudios de Camacho & Burneo (2009), Ariño (2010), García & Morffe (2012, 2013), Rivera-León, *et al.* (2018), León-Cortés, *et al.* (2003), Castaño & Ramírez (2018), Corredores (2009), y Duarte (2017) y de instituciones como el Museo Entomológico Francisco Luis Gallego (Revelo & Medina, 2017) y colecciones del Instituto Alexander Von Humboldt (Simmons & Muñoz-Saba, 2005; Rueda, 2005), se ha evaluado no solamente el estado de las colecciones, sino también las nuevas estrategias para el estudio de los especímenes, y se ha podido establecer la ausencia de datos geográficos o de recolección, el deterioro de las unidades de almacenamiento o de la infraestructura y la falta de recursos económicos y de personal para el manejo de las colecciones. Sin embargo, los factores que se tienen en cuenta en el ISC se clasifican y evalúan con base en categorías y fórmulas que arrojan un único valor, lo cual no ayuda a determinar si las problemáticas encontradas están asociadas con los ejemplares, el mobiliario o los datos.

Fundado en 1904, el Museo de La Salle-Bogotá (MLS) es la institución con mayor trayectoria científica en este campo en Colombia y actualmente alberga los especímenes más antiguos del país, a pesar de que sus colecciones se vieron afectadas en 1948 por el suceso conocido como el Bogotazo, en el cual se perdieron aproximadamente 174.000 ejemplares de diferentes grupos faunísticos y florísticos, así como toda su biblioteca (Rodríguez, 2002; Espitia-Barrera, *et al.*, 2013). Uno de sus investigadores más prominentes fue el Hermano Nicéforo María, apasionado naturalista que después de este infortunado suceso logró continuar el estudio de diversos grupos faunísticos entre los que se destacan sus aportes sobre los ofidios y los murciélagos (Rodríguez, 2002). Sin embargo, por la carencia de personal y de los elementos necesarios para almacenar de manera eficiente

la información asociada con los especímenes, gran parte de la información producida por el Hermano Nicéforo María se recopiló en cuadernos de diferentes tipos, incluso algunos que probablemente ya habían sido usados por estudiantes del Instituto de La Salle y que el hermano reutilizó para almacenar notas de la colección.

Hoy la colección mastozoológica es la quinta en número de ejemplares después de la colección botánica (15.020 ejemplares), la ornitológica (10.237 ejemplares), la ofidio-lógica (3.097 ejemplares) y la ictiológica (1.577 ejemplares). En la colección mastozoológica el grupo de murciélagos está representado por 1.132 ejemplares. Considerando los sucesos históricos que han afectado la colección, así como la ausencia de información para estimar su estado actual, en el presente estudio se propuso: i) evaluar la colección de manera integral: estado de los ejemplares, mobiliario y unidades de almacenamiento, y ii) revisar toda la documentación asociada, con el fin de mejorar la información existente sobre cada uno de los especímenes y determinar los cambios históricos a los cuales se ha visto expuesta.

Materiales y métodos

De los 1.132 especímenes que conforman la colección de murciélagos del MLS se revisaron 268 ejemplares conservados en líquido (etanol al 70 %) y 857 en seco. Se evaluó la unidad de almacenamiento, el estado de preservación de cada ejemplar, la calidad de la información en las etiquetas y que esta concordara con lo descrito en los catálogos y las bases de datos digitales. Por último, se verificó que cada espécimen contara con las partes fundamentales para su determinación: a) estructuras óseas del cráneo y el antebrazo; b) partes blandas como el trago y la hoja nasal, y c) la presencia de la cola, pollex, verrugas, vibrisas, discos y sacos glandulares cuando era el caso. Para los ejemplares preservados en alcohol se tuvieron en cuenta tanto las condiciones mencionadas y el volumen de etanol en cada unidad de almacenamiento. Para obtener el índice de salud y completitud de datos se aplicó la fórmula propuesta por **Cárdenas & Delgadillo** (2019) y la representatividad geográfica con el índice propuesto por **Acosta & Vallejo** (2005). Dado que la metodología del ISC no contempla la revisión de documentos históricos, se consultaron los boletines, la correspondencia, los diarios de campo y los catálogos asociados con la colección de mamíferos del centro de documentación del MLS, con el fin de aumentar la información sobre cada ejemplar y establecer los hechos históricos que han afectado la colección.

Índice de salud de la colección

Se valoraron cuatro categorías para establecer su conservación: 1) el estado del espécimen, es decir, en buen estado o deteriorado, el nivel de alcohol (si era el caso) y la presencia de hongos o daños que afectaran el ejemplar e impidieran su estudio y determinación taxonómica; 2) los datos del ejemplar, o sea, si había información como las fechas de recolección, la taxonomía, así como la existencia de descripciones detalladas de las localidades de recolección; 3) el registro, la catalogación, la determinación taxonómica y la organización de los especímenes, para lo cual se revisó si el ejemplar estaba identificado y si era de fácil acceso en el momento de realizar una consulta, y 4) los aspectos físicos de la colección, es decir, los materiales usados para preservar el ejemplar, así como el estado de las unidades de almacenamiento, la infraestructura y el mobiliario.

Este ISC por categorías permite asignar a cada ejemplar un valor de cero a diez en cada una de las cuatro categorías. Estos valores se promedian para obtener un valor final en cada categoría que refleje el nivel de curaduría, el cual se interpreta como bajo (0 a 3,9), medio (4 a 6,9) o alto (7 a 10). Posteriormente, el índice se calculó individualmente para las tres primeras categorías y, al final se calculó el ISC general de la colección sumando los puntajes de cada una, valor que se multiplicó por 100 para obtener un dato comparable con otros índices y se dividió por 40, que es el valor máximo posible de la suma de las categorías. Las fórmulas utilizadas se presentan en el **anexo 1**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1159/2897>.

Completitud de datos de la colección

Los datos asociados con los ejemplares resguardados en el MLS se encuentran consignados en el estándar Darwin Core, el cual permite manejar un lenguaje uniforme y flexible para los datos de biodiversidad y hacer análisis cuantitativos y cualitativos (**Darwin Core Task Group**, 2009). Dada la importancia de la calidad de los datos de cada ejemplar de la colección, se evaluó su índice de completitud según tres categorías: a) elementos del evento de recolección; b) elementos taxonómicos, y c) datos geográficos mediante la ecuación:

$$Cc = (Cd/Ct) \times 100,$$

donde Cc es la completitud de datos, Cd el número de campos críticos (vacíos) indicados en la colección para ejemplares recolectados antes o después del 2000, y Ct el total de campos obligatorios.

Dado que no se contaba con toda la información geográfica de los ejemplares recolectados antes del 2000, porque en el momento del registro no había la tecnología o los insumos necesarios para hacer una descripción detallada de la localidad de recolección, en la valoración de la categoría de datos geográficos se diferenciaron los campos evaluados de los ejemplares recolectados antes y después de ese año.

Representatividad geográfica en Colombia

Se calcularon las áreas del país de donde provenía la mayoría de los ejemplares recolectados y aquellas donde el número de ejemplares era poco o nulo, considerando los 32 departamentos de Colombia (**Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC**, 2014). Para generar este índice se utilizó el programa QGIS Development Team (**QGIS**, 2012) y la cartografía en escala de 1:100.000 de Colombia en el formato Geodatabase (**IGAC**, 2014). Se contaron las especies de cada uno de los departamentos y estos se clasificaron por categorías según la cantidad de especies encontradas usando el índice de representatividad geográfica:

$$RGih = [GAih/GAh] \times 100,$$

donde $RGih$ es la representatividad geográfica, $GAih$ el número de áreas geográficas de la colección, y GAh el número de áreas geográficas totales en Colombia.

Resultados

La colección de murciélagos cuenta con 1.132 ejemplares que una vez evaluados reflejaron, en general, un estado de preservación y conservación adecuado por las buenas condiciones en que se los mantiene, con índices altos (>60 %) en los componentes geográfico, taxonómico y de información de los ejemplares. De mantenerse las condiciones físicas y de mobiliario en las cuales se encuentra la colección, se garantizaría a largo plazo su preservación, aunque el espacio físico para el crecimiento futuro es un factor que la institución deberá mejorar.

Vacíos de información en la colección

Una de las dificultades detectadas de manera preliminar en la colección, es que casi una cuarta parte (571 de 2.661) de los números de catálogo de la colección de murciélagos estaba totalmente vacía y no había documentación que precisara la razón por la cual no contenían ningún registro. Sin embargo, la revisión de los manuscritos, boletines y notas de campo conservadas en el MLS permitió determinar que estos campos correspondían a los números en los cuales se encontraban registrados los mamíferos no voladores del Museo de La Salle. Asimismo, se pudo establecer que el Hermano Nicéforo María fue quien separó en documentos aparte los registros de los murciélagos de los ejemplares no voladores que conformaban la colección de mamíferos hace más de 55 años, pero sin separar los números de catálogo de cada una de estas categorías y manteniendo el número consecutivo para toda la colección. Después de su fallecimiento, una interpretación errónea de dichos documentos por parte del personal a cargo provocó que durante casi 30 años se creyera, erróneamente, que eran diferentes colecciones y que por ello, en algunos casos se asignaran a un mismo número dos ejemplares.

Aclarado esto, la colección de murciélagos solo tiene siete especímenes faltantes, es decir, el 0,61 % del total. Aunque las muestras no están en la colección, la información asociada está en la base de datos. Estos especímenes fueron reportados como ausentes por el hermano Nicéforo María desde 1962, aunque no se especifica la razón por la cual los descartó.

Índice de salud de la colección

La colección de murciélagos presenta un índice de salud general de 79,86 %; al revisar los resultados obtenidos por categoría se evidenció un valor más alto en la categoría uno (9,32), ya que los ejemplares cuentan con todas sus partes, presentan un montaje adecuado y no presentan hongos ni ningún tipo de deterioro, lo que facilita su determinación y estudio (**Figura 1A**). En cuanto al método de conservación (unidades de almacenamiento,

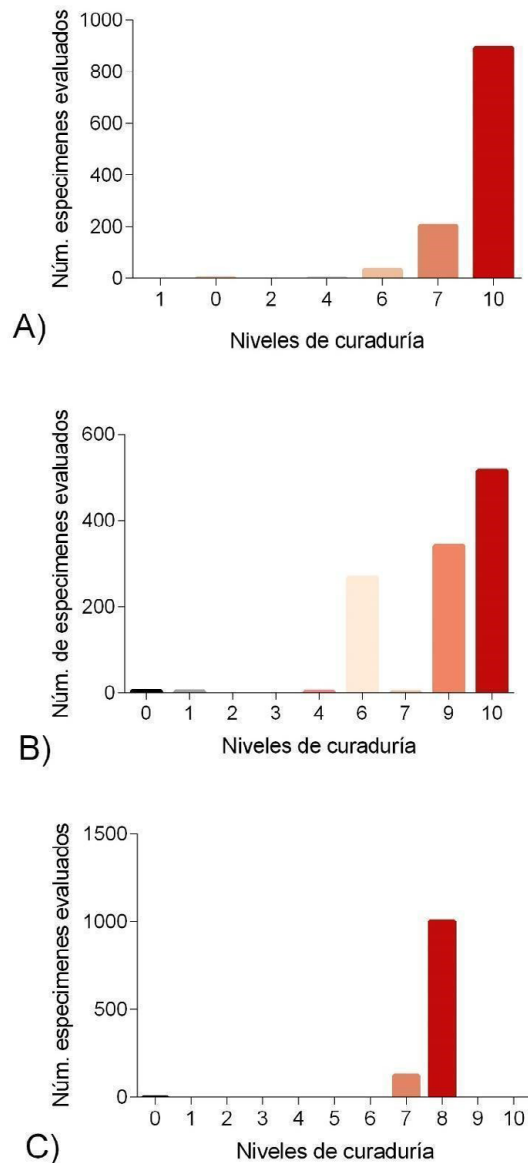


Figura 1. Índice de salud de la colección de quirópteros del Museo de La Salle. A) Categoría 1: Estado del ejemplar. B) Categoría 2: Datos del ejemplar. C) Categoría 3: Registro, catalogación, identificación taxonómica y organización de los ejemplares. En general los ejemplares se encuentran en óptimas condiciones, lo que se refleja en valores superiores al nivel 5

formaldehído, algodón), se observó que las muestras en etanol y en seco están en condiciones óptimas, sin embargo, es necesario un proceso curatorial en cuanto a las etiquetas y los cráneos que se encuentran destruidos casi por completo, ya que no son útiles para los estudios taxonómicos, aunque la información asociada podría considerarse en otras áreas.

En la categoría dos el puntaje fue alto (8,72), lo que indica que la colección está en buen estado y los ejemplares presentan los campos establecidos según el estándar Darwin Core y los criterios adoptados por el museo (**Figura 1B**). En la categoría tres, es decir, el registro, la catalogación, la determinación taxonómica y la organización de los especímenes, el índice fue de 7,89, correspondiente a 1.006 especímenes determinados a nivel de especie que fueron revisados por especialistas en el grupo. Además, se observó que la colección cuenta con ocho familias de las nueve reportadas en Suramérica, y con 67 géneros de los 74 reportados en la literatura (**Díaz, et al.**, 2011), así como con 110 especies de las 250 reportadas en Suramérica (**Tabla 1S**, <https://www.raccefyfyn.co/index.php/raccefyfyn/article/view/1159/2895>). Las especies con mayor número de ejemplares en la colección son *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758), con 142 ejemplares, seguida por *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766), con 80 ejemplares, y *Molossus molossus* (Pallas, 1766), con 76 ejemplares. Asimismo, la colección cuenta con tres géneros (*Hipposideros*, *Eidolon* y *Pteropus*) de especies presentes en China, África, Indonesia y Estados Unidos (**Tabla 2S**, <https://www.raccefyfyn.co/index.php/raccefyfyn/article/view/1159/2896>). Es necesario resaltar que todos los especímenes se encuentran en gavetas debidamente rotuladas y organizadas filogenéticamente, lo que facilita su ubicación (**Figura 1C**).

Los ejemplares de la colección de murciélagos del Museo han sido referenciados en 14 publicaciones científicas. La publicación más representativa es el libro *Quirópteros, Museo La Salle* (**Hermano Nicéforo**, 2004), publicación que no solo recopiló la información de más del 90 % de los especímenes que tiene la colección, sino que documentó cada una de las notas que el Hermano Nicéforo consignó en sus diarios de campo. De dicho trabajo se resalta el nivel de detalle de las características morfológicas más relevantes de algunos de los especímenes. El libro respetó los escritos del Hermano Nicéforo María y la información tal como la registró hace más de 50 años; de haber sido publicado en su época, probablemente este hubiese sido el primer libro que registrara la diversidad de murciélagos en el país.

En cuanto a la categoría cuatro, la colección se clasificó en el nivel seis, ya que las unidades de almacenamiento son accesibles, pero no tienen suficiente espacio para el crecimiento futuro de la colección. Por otra parte, si bien las etiquetas permiten asociar la muestra con la base de datos y presentan la información taxonómica, la localidad y los datos de recolección, en algunos casos están desactualizadas y no se encuentran sujetas al espécimen, lo que facilita la pérdida de información y la confusión de los ejemplares. Por último, la colección no cuenta con un protocolo de consulta que estipule las condiciones bajo las cuales se deben manipular las muestras.

Completitud de los datos de la colección

La integridad de los datos mostró que solo el 30,75 % de los campos obligatorios para los especímenes que se recolectaron antes del 2000 están vacíos. Con respecto a cada subcategoría, los porcentajes corresponden al 8,93 % de los campos referidos al evento de recolección (714 campos), 9,74 % de los campos taxonómicos, y 6,03 % de los campos geográficos. Por otra parte, para los especímenes recolectados después del 2000 se evidenció que el 2,20 % de los campos obligatorios están vacíos. En el caso de los campos del evento de la recolección, y los taxonómicos y geográficos, se encontró que el 2,21, el 1,14 y el 3,89 %, respectivamente, estaba vacío (**Figura 2**). Este número reducido de campos vacíos se debe a la información conservada en el centro de documentación, ya que, los datos que añaden importancia al ejemplar en físico, también completan la información de la base de datos, pues algunos de los comentarios del Hermano Nicéforo María hechos de su puño y letra, ayudaron a reconstruir las sinonimias de las especies de la colección. Asimismo,

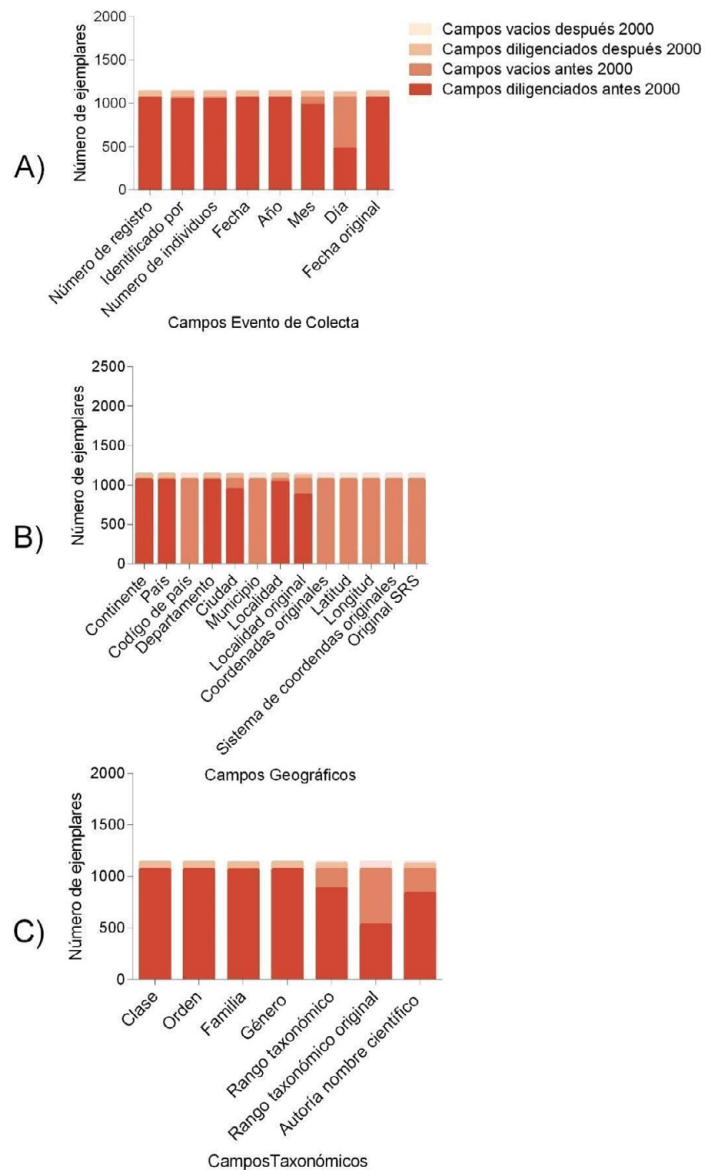


Figura 2. Completitud de datos de la colección de quirópteros del Museo de La Salle- Bogotá. Se presentan cuatro categorías, dos para campos vacíos y dos para campos completos. Las dos categorías son para registros antes y después del 2000. A) Elementos del evento de recolección. B) Datos geográficos. C) Datos taxonómicos. Los ejemplares cuentan con gran parte de la información requerida por los estándares y requerimientos del MLS, una mayor completitud en campos de evento de recolección y taxonómicos.

gran parte de la información contenida en documentos, libros, cartas e, incluso, dentro de la misma colección, ilustra un 43 % de la diversidad de murciélagos de Colombia, lo que aumenta y garantiza el valor documental y patrimonial de la colección.

Representatividad geográfica

La representación geográfica de la colección es del 75 %, equivalente a registros de 24 de los 32 departamentos del país. Como se observa en la **figura 3**, el departamento con el mayor número de registros es Norte de Santander, con 293 registros y 38 especies, siendo *Lonchorhina aurita* (Tomes, 1863) la más representada; le sigue Santander, con 174 registros y 18 especies de las que *Mormoops megalophylla* (Peters, 1864) es la de

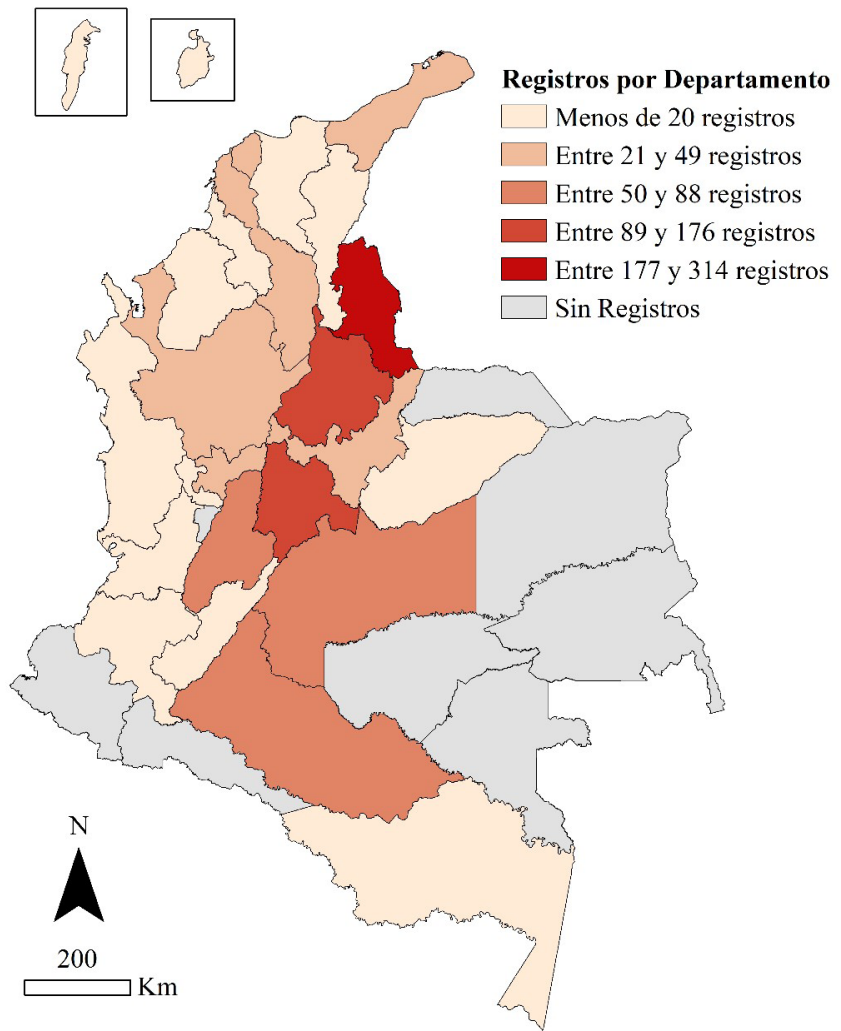


Figura 3. Representación geográfica de la colección de quirópteros del Museo de La Salle. Se destaca que la región con un mayor número de registros es Norte de Santander, seguida por Santander y Cundinamarca

mayor representación, y Cundinamarca con 161 registros y 23 especies, siendo *C. perspicillata* (Linnaeus, 1758) la más representada. En la colección no hay ejemplares de los departamentos de Arauca, Guainía, Guaviare, Nariño, Putumayo, Quindío, Vaupés y Vichada (**Figura 3**). Además, se observó un sesgo en las áreas muestreadas, pues la mayoría de los especímenes fueron recolectados por los hermanos Lasallistas y provienen de los municipios donde esta comunidad religiosa tiene algún tipo de propiedad (centros de educación o fincas).

Discusión

En el estudio se concluye que la determinación del estado de salud de una colección requiere, no solamente describir la situación actual de los ejemplares y sus medios de almacenamiento, sino reconstruir la historia en cuyo marco se ha consolidado la colección. Esto porque, además de una correcta preservación y conservación de los ejemplares biológicos, la adecuada documentación de todas las acciones relacionadas con la colección garantiza su mantenimiento a lo largo del tiempo y permite la trazabilidad de las acciones que se hayan desarrollado.

Índice de salud de la colección

Categoría uno: estado del ejemplar. Teniendo en cuenta los índices de salud de diferentes estudios, se considera como una colección ideal aquella con valores superiores al 60 % en los resultados de los ISC generales (**Simmons & Muñoz-Saba, 2005**). Los resultados de la evaluación de la colección de murciélagos del MLS (79,8 %) evidenciaron que, en general, esta se encuentra en buen estado. Al compararla con otras colecciones como la del Museo de Zoología del Ecuador (QCAZ), con un 79 %, la colección ornitológica del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH), con un 93 %, y la colección nacional de mamíferos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (CNMA), con un 70 %, se constata que los resultados referidos al Museo de La Salle reflejan un ISC alto (**Rivera-León, et al., 2018**), lo que indica un buen estado de las muestras y de la información asociada.

Por otra parte, la proporción de ejemplares faltantes en el MLS (0,61 %) es bajo en comparación con otras colecciones de mamíferos, como la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA), que en el 2011 registró un 2,68 % y en el 2015, un 1,22 %; la del Instituto de Ciencias Naturales (ICN), con 8,3 %, o la del Museo de Zoología (QCAZ), con 4 % (**Rivera-León, et al., 2018**). Se evidencia la ausencia de ejemplares en diferentes instituciones y es común que en colecciones históricas, como la del MLS, con el tiempo se pierdan especímenes por la falta de protocolos actualizados y personal capacitado (**Camacho & Burneo, 2009**), por lo que el valor bajo en este ítem es un indicador de un manejo adecuado de la colección.

Categoría dos: datos del ejemplar. Los resultados obtenidos (8,72) reflejan un alto nivel de información en las etiquetas y en la base de datos, además de las descripciones detalladas de varios ejemplares, comparados con otras colecciones y metodologías, como la QCAZ, en la cual el valor del índice incrementó después de las correcciones taxonómicas y geográficas, pasando de 0,63 a 0,79, lo que ha permitido una mejora de las muestras en esta categoría (**Camacho & Burneo, 2009**). Otra colección con condiciones óptimas en cuanto a la completitud de sus datos es la de la Universidad Javeriana, en la que los campos vacíos corresponden a datos geográficos (93 campos), lo que refleja su ausencia en las libretas de campo, o registros antiguos en los cuales la recuperación de la información se dificulta (**Corredores, 2009**).

Categoría tres: registro de la catalogación, la identificación taxonómica y la organización de los especímenes. En esta categoría se obtuvo un valor de 7,89, lo que demuestra que la colección está adecuadamente determinada a nivel de especie después de ser revisada por expertos. Vale la pena mencionar que la revisión de la mayoría de los especímenes se llevó a cabo entre el 2003 y el 2006, por lo que es necesaria una actualización taxonómica, así como verificar las etiquetas de los especímenes recientemente actualizadas, ya que estos no están bajo los estándares de información y materiales establecidas para las colecciones del Museo. Por el contrario, colecciones como la de anfibios del IAvH y la de himenópteros del CIE presentaron más del 70 % de sus especímenes en categorías menores a 5, lo que evidencia la necesidad de hacer una revisión de las etiquetas, la información y la determinación taxonómica (**Simmons & Muñoz-Saba, 2005**). Esto demuestra la importancia de contar con personal que revise periódicamente las colecciones, así como acuerdos con instituciones extranjeras o nacionales y sociedades de investigación involucradas en proyectos de revisión y actualización de la taxonomía en un determinado grupo (**Rodríguez & Morfee, 2017; Camacho & Burneo, 2009**).

Categoría cuatro: aspectos físicos de la colección. Se evidenciaron algunos problemas de humedad y de presencia de insectos en el depósito, lo que en el futuro puede representar un riesgo si no se hace el manejo adecuado. Por ello es necesario establecer un protocolo para el control de las condiciones ambientales y los factores biológicos que pueden afectar las muestras, pues, aunque no se observaron ejemplares afectados, deben hacerse el control preventivo y las inspecciones visuales para mejorar la estabilidad de las unidades de almacenamiento (**Story, 1986; Simmons, 2013**). Además, se evidenció la necesidad

de un protocolo de préstamo o revisión en el que se establezcan los periodos en los que el espécimen estará fuera de la institución para reducir el número de espacios ausentes en la colección (**Castaño & Ramírez, 2018**).

Las desventajas de la infraestructura de las colecciones que conservan sus ejemplares en instalaciones antiguas es una de las amenazas a las cuales se ven expuestas las colecciones en general. Por ejemplo, la colección de mastozoología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) presenta daños en sus instalaciones e infraestructura por la falta de mantenimiento del depósito, lo que ha producido su deterioro (**Lorenzo, et al., 2006**). Considerando el crecimiento de las colecciones, es necesario asignar presupuesto para mejorar la infraestructura e incorporar personal que apoye sus procesos de curaduría, registro, digitalización y gestión (**Lorenzo, et al., 2006; Simmons, 2013; Trujillo, et al., 2014**).

Esta es la primera vez que se desarrolla una evaluación integral de la colección. Es pertinente que se hagan evaluaciones de los índices periódicamente, ya que, como se ha evidenciado en otras colecciones, como la del CNMA, los valores del índice y el número de especímenes en cada categoría varían con el tiempo y las revisiones realizadas (**Rivera-León, et al., 2018**).

Compleitud de los datos

La integridad de los datos de la colección de murciélagos registró porcentajes bajos para las muestras recolectadas después del 2000 (2,05 %). Los resultados de estas muestras reflejan que se omite una gran cantidad de datos en el momento de la recolección, a pesar de tener herramientas para su registro, como GPS y mapas. Por ello es necesario que en los protocolos de ingreso a las colecciones se solicite la mayor cantidad de información posible, incluidos datos adicionales sobre la ecología y el comportamiento, y archivos complementarios como fotografías y audios que permitan obtener el mayor detalle del ejemplar (**González, et al., 2008**).

Esta situación no es única del MLS. El Museo Nacional de Historia Natural de Cuba y el Museo de La Plata han detectado vacíos en los datos de los especímenes y limitaciones en su uso (**Duarte, 2017; Paradell & Defea, 2017**). Por ello es necesario completar los campos sobre la taxonomía y la geografía (coordenadas), con el fin de mejorar la base de datos garantizando la calidad de la información para su uso en investigación, y evitar la pérdida de datos que da lugar a la especulación (**Naranjo, 2004; Cristín & Perrilliat, 2011; Abrahamson, 2015**). Además, deben mantenerse los registros de todos los cambios que aparecen en los especímenes o en la colección (taxonomía, ubicación, intervenciones, consultas, préstamos, entre otros) para evitar que las bases de datos estén desactualizadas (**González, et al., 2012**). Para el caso del MLS, la revisión de los documentos asociados con la colección de mamíferos permitió determinar gran parte de los cambios que ha sufrido la colección e incorporar dicha información a la matriz de datos de la misma.

Representatividad geográfica en Colombia

Dado el bajo número de salidas de los investigadores del Museo de La Salle, se consideró que mediante intercambios o donaciones de instituciones con presencia en los departamentos en los que no hay registros, mejoraría la representatividad geográfica de la colección. Estas medidas favorecen la descentralización de las colecciones, ya que el intercambio de duplicados con distintas entidades garantiza que, ante un evento inesperado, se pierdan para siempre los registros espaciales y temporales de dichas recolecciones (**Lorenzo, et al., 2012**). Comparado con la colección de mamíferos de la Pontificia Universidad Javeriana, donde solo 11 departamentos están representados (**Pérez-Torres, et al., 2007**), o la del museo de la Universidad del Valle, con una cobertura de 15 departamentos, entre los que se encuentran Boyacá, Caldas y Caquetá (**Universidad del Valle, 2017**), el MLS se destaca por poseer una mayor representación de departamentos, lo que resalta el valor de los datos que custodia.

Conclusiones

El Museo de La Salle es uno de los repositorios de biodiversidad más antiguos del país. En él se han mantenido las condiciones necesarias para preservar los especímenes que se encuentran depositados en sus colecciones después de superar grandes dificultades, como el incendio durante el llamado Bogotazo, o la falta de personal especializado que revise y monitoree de forma constante la colección.

En este estudio se evidenció la necesidad de llevar a cabo una revisión y una curaduría de los especímenes para detectar problemas y activar los protocolos o acciones requeridas ante los diferentes tipos de afectaciones que puedan deteriorar las muestras.

En cuanto a su infraestructura, actualmente la colección no tiene suficiente espacio para nuevas muestras, por lo que es necesario ampliar su área asignando los recursos necesarios que garanticen el mobiliario requerido, con el fin de asegurar su crecimiento y su conservación a largo plazo.

Aunque el estándar Darwin Core y los criterios del Museo de La Salle requerirían completar los datos con fechas anteriores al 2000, no es posible hacerlo ya, pero sí podrían georreferenciarse, además de ingresar especies que no están en la colección mediante los intercambios con diferentes instituciones.

Por último, cabe resaltar que las colecciones científicas, además de mantener los ejemplares en óptimas condiciones, en un mobiliario idóneo y en unidades de almacenamiento adecuadas, deben tener una documentación completa de todas las acciones y decisiones que se tomen, ya que ello garantizará su correcta gestión en el futuro.

Información suplementaria

Tabla 1S. Familias, géneros y especies reportados para Sudamérica en contraste con los ejemplares depositados en el Museo de La Salle (MLS). Vea la tabla 1S en <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1159/2895>

Tabla 2S. Registros taxonómicos de las familias, géneros y especies de quirópteros presentes en la colección de mamíferos del Museo de La Salle, teniendo en cuenta lo reportado en la bibliografía. (**). Vea la tabla 2S en <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1159/2896>

Anexo 1. Categorías ISC. Vea el anexo 1 en <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1159/2897>

Agradecimientos

Agradecemos al director del Museo de la Salle, Fernando Sarmiento Parra, y a todo su personal por su apoyo en el proceso.

Contribución de los autores

NGL: proponente del trabajo, selección del grupo de estudio, captura y análisis de datos y escritura del manuscrito; JSC: captura y análisis de datos, y apoyo en la redacción del manuscrito; CCR: revisión histórica, evaluación de los documentos asociados con la colección, revisión y elaboración del manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Referencias

- Abrahamson, B. (2015). Tracking changes in Natural History collections utilization: A case study at the Museum of Southwestern Biology at the University of New Mexico. *Collection Forum*, **29**: 1-21.
- Acosta, A. & Vallejo, M. (2005). Application of biodiversity knowledge indicators for the diagnosis and comparison of biological collections. *NOVA*, **3**: 1-116.

- Ariño, A.** (2010). Approaches to estimating the universe of natural history collections data. *Biodiversity Informatics*. **7**: 81-92.
- Camacho, A. & Burneo, S.** (2009). Assessment of the Mammal Collection at the *Museo de Zoología* of the *Pontificia Universidad Católica del Ecuador* – QCAZ. *Museology*. **12**: 1-16.
- Cárdenas, J. & Delgadillo, D.** (2019). Diagnosis of the status of the anuran collection at La Salle Museum, Bogotá, Colombia. *Biota Colombiana*. **20**: 1-25.
- Castaño-Ramírez, N.D. & Ramírez-Chaves, H.E.** (2018). Sistematización y estimación del índice de salud de la colección de mamíferos (Mammalia) del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, Colombia. *Bol. Cient. Mus. His. Nat. Universidad de Caldas*. **22**: 90-103.
- Corredores, L.** (2009). Diagnóstico de la colección de referencia de anfibios de la Pontificia Universidad Javeriana. Trabajo de grado para optar por el título de Bióloga. Departamento de Biología, pp. 1-125.
- Cristín, A. & Perrilliat, M.** (2011). The scientific collections and the protection of paleontological heritage. *Boletín Sociedad Geológica México*. **63**: 421-427.
- Darwin Core Task Group.** (2009). Simple Darwin Core. Biodiversity Information Standards (TDWG). Fecha de consulta: entre junio y agosto de 2019. Disponible en: <http://rs.tdwg.org/dwc/terms/simple/>.
- Díaz, M. M., Aguirre, L. F., Bárquez, R. M.** (2011). Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de Sudamérica. Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada (1-94). Cochabamba, Bolivia. Etreus.
- Duarte, S.** (2017). Valoración e índice de salud de la colección de Hymenoptera del Museo Nacional de Historia Natural de Cuba. *Revista Cubana de Zoología*. **505**: 22-30.
- Dunnum, J., McLean, B., Dowler, R.** (2018). Systematic Collections Committee of the American Society of Mammalogists, Mammal collections of the Western Hemisphere: a survey and directory of collections. *J. Mammal.* **99**: 1307-1322.
- Espitia-Barrera, J.E., Castellanos-Morales, C.A., Bonilla, E.C.** (2013). La Colección Ictiológica del Museo de La Salle (MSL), Universidad de La Salle, Bogotá, DC. *Biota Colombiana*. **14**: 1-32.
- García, N. & Morffe, J.** (2012). Ejemplares e información asociada: el ying y el yang de las colecciones biológicas. *Carta Cuba*. **4**: 17-18.
- García, N. & Morffe, J.** (2013). Colecciones de historia natural, a medio camino entre el patrimonio natural y el cultural. *Carta Cuba*. **5**: 14-16.
- González, H., Silva, G., García, N., Pérez, A.** (2008). Curatorial procedure for zoological collections. *Act. bot. Cuba*. **202**: 13-29.
- González-Ruiz, N., Guzmán, D., Guzmán, A., Hernández-Betancourt, S., Hortelano-Moncada, Y., Iniguez, L., Jiménez-Guzmán, A., ... , Zúñiga-Ramos, M.** (2012). The mammals of Mexico in the scientific collections of North America. *Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México*. **3**: 239-262.
- Hermano Nicéforo María.** (2004). Quirópteros Museo La Salle. Bogotá, Colombia: Grupo editorial Ediciones Unisalle. pp. 231.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi.** (2014). Cartografía base 1:100.000 de Colombia. Formato Geodatabase. Bogotá D. C., Colombia.
- León-Cortés, J., Lorenzo, C., Pozo, C.** (2003). Colecciones biológicas de El Colegio de la frontera Sur, México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). pp. 310.
- Llorente-Bousquets, J., Koleff-Osorio, H., Benítez-Díaz, L., Lara-Morales.** (1999). Síntesis del estado de las colecciones biológicas mexicanas. Resultados de la encuesta “Inventario y Diagnóstico de la actividad taxonómica en México” 1996-1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. pp. 143.
- Lorenzo, C., Espinoza, E., Briones, M., Cervantes, F.** (2006). Colecciones mastozoológicas de México. En M. Hernández y J. Barragán. Colección de Mamíferos del Instituto Tecnológico de Huejutla (397-407) Mexico: Asociación Mexicana de Mastozología.
- Lorenzo, C., Álvarez-Castañeda, S., Arellano, E., Arroyo-Cabrales, J., Bolaños, J., Briones-Salas, M., Cervantes, F., Zúñiga-Ramos, M.** (2012). The mammals of Mexico in the scientific collections of North America. *Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México*. **3**: 239-262.
- McDonough, M., Parker, L., Rotzel-McInerney, N., Campana, M., Maldonado, J.** (2018). Performance of commonly requested destructive museum samples for mammalian genomic studies. *J. Mammal.* **99**: 789-802.

- McLean, B.S., Bell, K.C., Dunnum, J.L., Abrahamson, B., Colella, J.P., Deardorff, E.R., Cook, J.A.** (2016). Natural history collections-based research: progress, promise, and best practices. *J. Mammal.* **97**: 287-297.
- McGinley, R.J.** (1993). Where's the management in collection management? Planning for improved care, greater use, and growth of collections. International Symposium and First World Congress on the preservation and conservation of Natural History Collections. **3**: 309-333.
- Naranjo, E.** (2004). La custodia y el manejo de la colección nacional de moluscos. *Revista especializada en Ciencias Químico-Biológicas.* **7**: 35-40.
- Ossa, L., Giraldo, M., López, G., Dias, L., Rivera, F.** (2012). Colecciones biológicas: una alternativa para los estudios de diversidad genética. *Boletín Científico Centro de Museos Historia Natural.* **16**: 143-155.
- Paradell, S. & Defea, B.** (2017). Biodiversity indicators in scientific collections: diagnosis of the Cicadellidae collection (Insecta: Hemiptera) of *Museo de La Plata*, Argentina. *Caldasia.* **39**: 19-32.
- Pérez-Torres, J., Palacio-Guerrero, J., Sánchez, C., Pardo, D., Cortés, N.** (2007). Catálogo de los mamíferos del museo Javeriano de historia natural Lorenzo Uribe Uribe, S.J. (Pontificia Universidad Javeriana). *Universitas Scientiarum. Revista de la Facultad de Ciencias, Edición especial I.* **12**: 131-142.
- QGIS Development Team.** (2012). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://www.qgis.org>
- Revelo, D. E. M. & Uribe, C. A. M.** (2017). Diagnóstico de la colección de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Museo Entomológico Francisco Luis Gallego, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. *Revista de la Facultad de Ciencias.* **6** (1): 93-106.
- Restrepo, J., Lleras, C., Cortés, A., Rodríguez, J.** (2009). Curaduría en un museo. Nociones básicas. Ministerio de Cultura- Museo Nacional de Colombia Programa Red Nacional de Museos. Bogotá, Colombia. p. 1-76.
- Rivera-León, V., Hortelano-Moncada, Y., Cervantes, F.** (2018). Health level of a mammal collection. *Revista Mexicana de Biodiversidad.* **89**: 402-411.
- Rodríguez, G.** (2002). El naturalista Antoine Rouhaire (Hermano Nicéforo María) y el desarrollo de la zoología sistemática en Colombia. *Revista Acad. Colomb. Ci. Exact.* **26**: 229-237.
- Rodríguez, G. & Morfee, J.** (2017). Conservación y manejo de colecciones zoológicas. *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas.* Editorial AMA, La Habana, p. 502.
- Rueda-Solano, L. A.** (2005). Índice de salud de la colección herpetológica del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Fecha de consulta: julio de 2020. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9853>
- Simmons, J. & Muñoz-Saba, Y.** (2005). Care, management and conservation of biological collections. *Conservación internacional Serie manual de campo.* **16**: 1-146.
- Simmons, J.** (2013). Application of preventive conservation to solve the coming crisis in collections management. *Collection Forum.* **27**: 89-101.
- Story, K.O.** (1986). Approaches to pest management in museums. *Conservation Analytical Laboratory.* Washington, DC: Smithsonian Institution. **30**: 1-87.
- Trujillo-Trujillo, E., Vargas-Triviño, P., Salazar-Fajardo, L.** (2014). Classification, management and conservation of biological collections: a look at their importance for biodiversity. *Momentos de Ciencia. Universidad de la Amazonia.* **11**: 97-106.
- Universidad del Valle.** (2017). Colección de mamíferos de la Universidad del Valle, 5739 registros, aportados por Giraldo-López, A. (Proveedor de los metadatos), Murillo García O.E. (Curador de la colección, contacto del recurso, proveedor de los metadatos), Arenas, D. & Ruano, L. (Creadores del recurso). <http://doi.org/10.15472/jzume7>, versión 7.2. (actualizado el 12/09/2018).