

Informe final* del Proyecto KE002
Digitalización y Sistematización de las Colecciones Biológicas Nacionales del Instituto de Biología, UNAM*

Responsables técnicos:	Dr. Víctor Manuel G. Sánchez-Cordero Dávila Dra. Susana A. Magallón Puebla
Institución:	Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México
Dirección:	Circuito exterior s/n, junto al Jardín Botánico. Ciudad Universitaria, CDMX 04510.
Correo electrónico:	victor@ib.unam.mx, directora@ib.unam.mx
Teléfono:	55-5622-9163
Fecha de inicio:	30 de Abril de 2012
Fecha de término:	8 de Abril de 2021
Principales resultados:	Bases de datos, Informe final, Fotografías
Forma de citar** el informe final y otros resultados:	Sánchez-Cordero, V., Magallón S., Contreras-Ramos A., Salazar G., Gernandt D. S., González E., Melo Samper U., Giménez J., Pérez D., Reséndiz C. y M. Murguía. 2021. Digitalización y Sistematización de las Colecciones Biológicas Nacionales del Instituto de Biología, UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe Final SNIB-CONABIO Proyecto KE002. Ciudad de México, México.

Resumen:

Esta propuesta constituye una primera etapa de una estrategia integral para digitalizar y actualizar la infraestructura y elevar el estatus curatorial de las colecciones biológicas nacionales resguardadas en el Instituto de Biología (IB) de la UNAM. En base a un diagnóstico del nivel curatorial y de digitalización de las colecciones, se plantea como objetivo general de esta primera etapa incrementar, en al menos un 35 %, el grado de digitalización de las colecciones botánicas (incluyendo las vivas y etnobiológicas del Jardín Botánico) y zoológicas del IB, mejorar su infraestructura y, a la par, depurar la información curatorial, tanto en los aspectos taxonómico y geográfico, como en el de imágenes. En virtud de que se tiene contemplado recuperar bases de datos de proyectos individuales previos apoyados por la CONABIO, al finalizar el proyecto se contará con una mejor perspectiva del grado de digitalización de las diversas colecciones que integran los acervos nacionales albergados en el IB. Además, se contará con dichas bases de datos en un formato digital uniforme de acuerdo con los estándares de la UNIBIO del IB, con especial atención en que sean compatibles con los acervos digitales de la propia CONABIO. Esta iniciativa abre una nueva etapa de conectividad académica entre el IB y la CONABIO, que propiciará una etapa de colaboración y enriquecimiento mutuo. Las bases de datos actualizadas constituirán un acervo digital significativo de la biodiversidad nacional, incluyendo registros con valor histórico, de manera que será posible realizar aproximaciones cronológicas sobre tendencias ambientales. Asimismo, el impacto en estrategias de conservación será relevante, ya que se facilitará dar respuesta a preguntas sobre suficiencia de muestreo en áreas naturales protegidas o en porciones del territorio nacional que requieran atención especial en los diversos taxones. A la par, la información de los acervos del IB contribuirá a seleccionar puntos de remuestreo en busca de especies en estatus especial de conservación o especies conocidas por ejemplares únicos o sólo de localidades tipo. Aunque los registros serán primordialmente nacionales, se contará con registros de otros países, principalmente latinoamericanos, a partir de ejemplares presentes en las colecciones del IB; algunas bases de datos incluirán registros de instituciones externas al IB o al país. En síntesis, este esfuerzo y las bases de datos que se obtendrán o actualizarán, contribuirá significativamente a tener una aproximación fidedigna sobre el conocimiento de la distribución reciente, actual y futura de la biodiversidad mexicana.

Palabras clave: México, taxonomía, biodiversidad, colecciones botánicas, colecciones zoológicas, colecciones vivas, colecciones etnobiológicas, acervos.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

**Sistematización y Digitalización de las Colecciones Biológicas Nacionales
del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México**

Informe Final

Ciudad Universitaria, Febrero 2021

Responsables técnicos

Dr. Víctor Manuel G. Sánchez-Cordero Dávila (de 2012 a 2019)

Investigador Titular “C” de T.C.

Tel.: 55-5622-9163

e-mail: victor@ib.unam.mx

Dra. Susana A. Magallón Puebla (de 2019 a 2021)

Investigadora Titular “C” de T.C.

Tel.: 55-5622-9065

e-mail: directora@ib.unam.mx

Responsable administrativo

Lic. Claudia Canela Galván

Tel.: 55-5622-9069

e-mail: ccanela@ib.unam.mx

Instituto de Biología, UNAM. Circuito exterior s/n, junto al Jardín Botánico. Ciudad Universitaria, CDMX 04510. México.

Representantes legales

Dr. Víctor Manuel G. Sánchez-Cordero Dávila

Tel.: 5622-9065

E-mail: dibunam@ib.unam.mx

Dra. Susana Aurora Magallón Puebla

Te: 5622-9065

E-mail: dibunam@ib.unam.mx

Forma propuesta de citar: Sánchez-Cordero, V., S. Magallón, A. Contreras-Ramos, G. Salazar, D. S. Gernandt, E. González, U. Melo Samper, J. Giménez, D. Pérez, C. Reséndiz & M. Murguía. 2021. Sistematización y digitalización de las Colecciones Biológicas Nacionales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Informe Final Proyecto KE002. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

El proyecto incluyó a los siguientes grupos biológicos

Plantae; Fungi; Animalia (Helminths; Arthropoda: Crustacea, Insecta, Arachnida, Acari; Chordata: Pisces, Amphibia, Reptilia, Aves, Mammalia).

Región

México

Lista de productos obtenidos

- Sistematización de **1,658,743** ejemplares, en bases de datos actualizadas, de las Colecciones Biológicas Nacionales (CBN), que incluyen al Herbario Nacional (MEXU), y las Colecciones Nacionales de Ácaros (CNAC), Arácnidos (CNAN), Helminths (CNHE), Crustáceos (CNCR), Insectos (CNIN), Moluscos (CNMO), Peces (CNPE), Anfibios y Reptiles (CNAR), Aves (CNAV), y Mamíferos (CNMA).
- Digitalización de **1,044,483** de ejemplares del Herbario Nacional, imágenes asociadas a la base de datos.
- Trabajo curatorial integral de las CBN.
- Plataforma de consulta **IBdata** (<http://www.ibdata.ib.unam.mx>), de los ejemplares de las CBN.
- Crecimiento en la infraestructura y equipamiento de las CBN.

Resumen

El proyecto *Sistematización y digitalización de las Colecciones Biológicas Nacionales* (CBN) representa un esfuerzo integral de apoyo para (1) sistematizar y digitalizar los ejemplares de las CBN, (2) crear una plataforma de información en línea, para su consulta, almacenamiento, curación, manejo, actualización e investigación, y (3) fortalecer la infraestructura de las CBN en mobiliario, equipos y espacio de acervos. Se digitalizaron y sistematizaron un total de 1,658,743 registros de ejemplares, de 704,800 comprometidos, en bases de datos actualizadas, de las Colecciones Biológicas Nacionales (CBN), que incluyeron al Herbario Nacional (MEXU), y a las Colecciones Nacionales de Ácaros (CNAC), Arácnidos (CNAN), Helmintos (CNHE), Crustáceos (CNCR), Insectos (CNIN), Moluscos (CNMO), Peces (CNPE), Anfibios y Reptiles (CNAR), Aves (CNAV), y Mamíferos (CNMA). Además, se entregaron 1'044,483 imágenes digitales, contra 20,000 comprometidas, de ejemplares del Herbario Nacional. Se creó y estableció IBdata como el portal institucional de consulta, curación y administración en línea, de las bases de datos de los ejemplares depositados en las CBN del Instituto de Biología, UNAM. La infraestructura de las CBN se desarrolló de manera significativa, al sumarse los fondos recibidos de CONABIO con otros recursos proporcionados por la UNAM, CONACyT y con la construcción del Pabellón Nacional de la Biodiversidad. La digitalización y sistematización de las CBN, junto con el apoyo a su infraestructura, equipamiento y crecimiento de espacio de los acervos y laboratorios especializados, colocan a las CBN en una situación óptima para su consulta y fomento de la investigación científica de frontera, en estudios sobre biodiversidad.

Palabras clave: Bases de datos, biodiversidad, Colecciones Biológicas Nacionales, digitalización, ejemplares, investigación, México, plataforma de información en línea.

Introducción

Las colecciones biológicas (CB) son repositorios de diversos tipos de material que representa individuos, partes o muestras de organismos que están ordenados, clasificados e identificados, de acuerdo con estándares científicos. Estos repositorios, generalmente, se encuentran en museos de ciencias o de historia natural, aunque también en institutos y centros de investigación de universidades y, en algunos casos, en colecciones privadas. Su función principal es resguardar, permanentemente, bajo estrictos estándares de cuidado, los ejemplares o muestras que documentan las diferentes clases de organismos que existen, y hacerlos disponibles a la comunidad científica y otros usuarios que requieran estudiarlos. Por lo tanto, las CB resguardan la documentación de la biota en el mundo (Bakker et al., 2020; Thomson et al., 2021).

La información contenida en las CB es invaluable, y constituye un marco de referencia esencial para la investigación en temas de biodiversidad (Schindel y Cook, 2018), siendo fundamental para disciplinas, como son la taxonomía, sistemática, estudios filogenéticos, de biología comparada, biogeografía, filogeográficos, evolución y diversificación de grupos biológicos, genética, cambio climático y conservación de la biodiversidad, entre otras. Recientemente, se han desarrollado disciplinas referentes al estudio de las zoonosis (re)emergentes, especies invasoras, y plagas agrícolas, cuyo vínculo con la información contenida en las CB se ha incrementado significativamente (Bakker et al., 2020; Graham et al., 2004; Miller et al., 2020; Soberón y Peterson, 2004; Schindel y Cook, 2018; Thomson et al., 2021).

Desde hace varias décadas han existido iniciativas para sistematizar y digitalizar la información de las CB, con el objetivo de que la comunidad científica pueda acceder, a gran escala, a la información de los ejemplares depositados (Graham et al., 2004; Hedrick, 2020; Soberón y Peterson, 2004; Scheinvar et al., 1967, 1968). En este sentido, se han creado consorcios de bases de datos que agrupan la información de un número importante de CB, a nivel nacional e internacional. Algunos ejemplos son: Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (Remib), http://www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remib_esp.html; Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB) <https://www.snib.mx/>; Portal de Datos Abiertos UNAM (PDA) <https://datosabiertos.unam.mx/>; Unidad de Informática para la

Biodiversidad (UNICIENCIAS), <http://uniciencias.fciencias.unam.mx/>; Unidad de Informática Marina (UNINMAR), <http://www.icmyl.unam.mx/uninmar/>; Global Biodiversity Information Facility (GBIF), <https://www.gbif.org/>; Mammal Networked Information System (MaNIS), <http://georeferencing.org/manis/darwin2ConceptInfo030617.htm>; Tropicos, <https://www.tropicos.org/home>; [Botanical Information and Ecology Network \(BIEN\)](#) [Botanical Information and Ecology Network \(ucsb.edu\)](#); Red de Herbarios del Noreste de México (herbanwmex.net), entre otros. A nivel de datos taxonómicos, se pueden mencionar: Integrated Taxonomic Information System (ITIS), <https://www.itis.gov/>; Catalogue of Life, <https://www.catalogueoflife.org/>; The Plant List, <http://www.theplantlist.org/>; International Plant Name Index (IPNI), <https://www.ipni.org/>; Index Fungorum, <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>, entre otros. La gran mayoría de estos consorcios tiene la política institucional de acceso libre y gratuito a la información (Open Access) (Hedrick et al., 2020).

El Instituto de Biología de la UNAM (IBUNAM) es la institución académica responsable de la custodia, curación, manejo y mantenimiento de las Colecciones Biológicas Nacionales (CBN). Las CBN son las colecciones biológicas más importantes del país, tanto por su representatividad en grupos biológicos, como por su calidad de curación, mantenimiento e investigación. Las CBN agrupan al Herbario Nacional y a las Colecciones Zoológicas. Las Colecciones Zoológicas se dividen, formalmente, en 10 colecciones: Colecciones Nacionales de Ácaros (CNAC), Arácnidos (CNAN), Helminetos (CNHE), Moluscos (CNMO), Crustáceos (CNCR), Insectos (CNIN), Peces (CNPE), Anfibios y Reptiles (CNAR), Aves (CNAV) y Mamíferos (CNMA). En conjunto, las CBN albergan más de cinco millones de ejemplares que constituyen un patrimonio estratégico para el conocimiento y gestión de la biodiversidad nacional (Sánchez-Cordero, 2015, 2019).

El IBUNAM cuenta, además, con el mayor número de curadores y académicos especialistas en una gran diversidad de grupos biológicos, y es la institución académica más importante del país en estudios de biodiversidad. El IBUNAM cuenta con poco más de 160 académicos, de los cuales, la mayoría desarrolla investigación sobre diferentes aspectos de una gran diversidad de grupos florísticos y faunísticos, usando, frecuentemente, la información contenida en las CBN (Sánchez-Cordero, 2019). Por ejemplo, el IBUNAM es

la institución del país que describe el mayor número de especies nuevas, así como la que más investigación aporta en estudios de biodiversidad con enfoques filogenéticos y filogeográficos, sobre diversificación de grupos biológicos, estudios etnobotánicos, de distribución de especies, entre otros. Lo anterior refleja la gran relevancia e importancia que representa el IBUNAM en un país de megadiversidad, como México.

El proyecto de la sistematización y digitalización de las CBN constituye una parte fundamental de una estrategia institucional integral que incluye (1) sistematizar y digitalizar ejemplares de las CBN en bases de datos de alta calidad curatorial y computacional; (2) incrementar el registro de imágenes digitales de los ejemplares; (3) fortalecer la infraestructura mobiliaria, de equipos y de espacio de las CBN; (4) elevar el estatus curatorial de las CBN y, (5) crear una plataforma en línea para la consulta, administración y curación de las bases de datos de las CBN (IBdata). Esta plataforma debe estar estrechamente vinculada al Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB de la CONABIO; <https://www.snib.mx/>) (Sánchez-Cordero 2011, 2015a). El proyecto de Sistematización y Digitalización de las CBN del IBUNAM que financió la CONABIO, apoyó todos estos aspectos de manera importante; de allí su gran relevancia (Sánchez-Cordero 2015b, 2019). Este proyecto también abre una nueva etapa de conectividad digital y académica entre el IBUNAM y la CONABIO, fortaleciendo los vínculos de colaboración entre ambas instituciones.

Las bases de datos actualizadas constituyen un acervo digital significativo de la biodiversidad nacional, incluyendo registros con valor histórico, de manera que es posible realizar aproximaciones cronológicas asociadas a cambios en las tendencias ambientales. Asimismo, su impacto en el diseño de estrategias de conservación es relevante, ya que facilitan dar respuesta a preguntas, por ejemplo, sobre suficiencia de muestreo en áreas naturales protegidas o identificar porciones del territorio nacional que requieran atención especial para el inventariado y protección de los diversos grupos de organismos. A la par, la información de los acervos del IBUNAM contribuye a seleccionar localidades potenciales, en busca de especies en estatus especial de conservación o especies conocidas de ejemplares únicos o sólo de localidades tipo. Aunque los registros contenidos en las bases de datos de las CBN son primordialmente nacionales, se incluyen también registros de otros

países. En síntesis, este proyecto contribuye, significativamente, a tener una aproximación fidedigna sobre el conocimiento del contenido y distribución de la biodiversidad mexicana. Asimismo, cumplir con el mandato institucional de hacer la información accesible a la comunidad científica nacional e internacional, estudiantes, docentes, personal de entidades gubernamentales y otros usuarios, para diversos fines.

Objetivo general

Sistematizar y digitalizar las Colecciones Biológicas Nacionales del Instituto de Biología de la UNAM.

Objetivos particulares

1. Sistematizar y digitalizar, en un porcentaje significativo, el Herbario Nacional y las Colecciones Zoológicas del IBUNAM: Colección Nacional de Ácaros (CNAC), Colección Nacional de Arácnidos (CNAR), Colección Nacional de Moluscos (CNMO), Colección Nacional de Helmintos (CNHE), Colección Nacional de Crustáceos (CNCR), Colección Nacional de Insectos (CNIN), Colección Nacional de Peces (CNPE), Colección Nacional de Anfibios y Reptiles (CNAR), Colección Nacional de Aves (CNAV) y Colección Nacional de Mamíferos (CNMA).
2. Integrar imágenes digitales en las bases de datos, de ejemplares del Herbario Nacional, como información complementaria.
3. Construir e integrar las bases de datos de los diversos grupos biológicos de las CBN, en una plataforma en línea de acceso libre (IBdata), para su consulta, administración, curación, actualización, manejo e investigación.
4. Transferir las bases de datos de las CBN, previamente depositadas en la CONABIO, al sistema de informática del IBUNAM (IBdata), para su respaldo, actualización y mantenimiento, en un esquema de conectividad a largo plazo.
5. Incrementar la infraestructura de las CBN que garantice las condiciones óptimas para su curación, mantenimiento e investigación, tales como compactadores y mobiliario, microscopios, cámaras fotográficas y espacios para acervos de ejemplares, entre otros.

Metas

- Obtener, al menos, 704,800 registros sistematizados de las CBN, y 20,000 imágenes digitales de ejemplares de Herbario Nacional, comprometidos en el proyecto.
- Establecer una plataforma en línea de bases de datos de las CBN en el IBUNAM (IBdata), que facilite su consulta, curación, administración, manejo, actualización e investigación.
- Garantizar las condiciones de infraestructura y espacio óptimas para el buen funcionamiento curatorial y de mantenimientos de las CBN.

Metodología

Proceso de captura de la sistematización y digitalización de ejemplares

Antes de iniciar formalmente la sistematización y digitalización de registros en la base de datos, se realizaron las siguientes tareas con el fin de hacer más eficiente el proceso de captura, limpieza y administración de datos. Los puntos 1 al 3 fueron elaborados con el apoyo de la Dirección General de Repositorios Universitarios de la UNAM (DGRU).

1. Se desarrolló una plataforma de captura configurable para tener diferentes interfaces, según los campos requeridos por cada CBN.
2. Se desarrolló una interfaz de monitoreo en tiempo real de las capturas.
3. Se desarrolló un sistema de control de calidad, basado en la comparación de los registros, con catálogos taxonómicos y geográficos.
4. Se contrataron 36 capturistas distribuidos en dos turnos por día.
5. Se contrataron cinco capturistas taxónomos distribuidos de la siguiente forma: dos, en el Herbario Nacional; uno, en la Colección Nacional de Insectos; uno, en la Colección Nacional de Crustáceos; y uno, en la Colección Nacional de Helmintos
6. Se instalaron 18 computadoras con las interfaces de captura.
7. Se instalaron dos módulos de fotografía de ejemplares en el Herbario Nacional y, uno más, en la Colección Nacional de Insectos.
8. Se recibieron y analizaron 385,538 registros de ejemplares de las colecciones del Instituto de Biología enviados por CONABIO, para su integración a la base de datos del proyecto.

El proceso de sistematización y digitalización de ejemplares, establecido en el IBUNAM, se dividió en 4 etapas generales (Figura 1). Es importante mencionar que, en el proceso de digitalización y sistematización de los ejemplares del Herbario Nacional, la velocidad de captura de los rótulos y etiquetas de los ejemplares fue mayor a la velocidad de captura de las imágenes (fotografías), por lo que se decidió, en un paso posterior, vincular las imágenes de ejemplares con sus datos asociados. Estas imágenes ya están asociadas a los ejemplares del Herbario Nacional en el portal de IBdata.

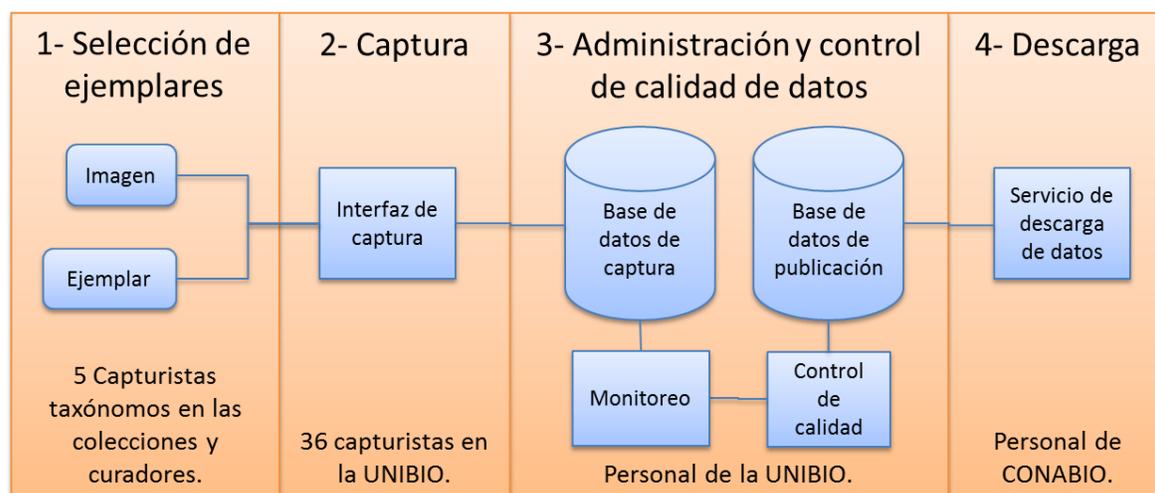


Figura 1. Diagrama de flujo que muestra las 4 etapas generales del proceso de sistematización y digitalización de ejemplares de las Colecciones Biológicas Nacionales (CBN).

Selección de ejemplares

Esta etapa se llevó al cabo directamente en las CBN, tanto por los curadores, como por los capturistas taxónomos contratados para este fin. Se seleccionaron los ejemplares que entraron al proceso de sistematización, según criterios de curación (e.g., montados e identificados). En el caso del Herbario Nacional y de la CNIN, se capturaron imágenes en los módulos de fotografía instalados, las cuales fueron almacenadas en los servidores de la UNIBIO; en el resto de las CBN, se enviaron directamente las etiquetas de los ejemplares al área de sistematización de la UNIBIO (ver Chapman, 2005).

Captura de información

La plataforma de captura constó de una base de datos en PostgreSQL y un banco de imágenes de ejemplares. El diseño de la base de datos se basó en Darwin Core 2, con adecuaciones para preservar el historial de la determinación y soporte, para campos no contemplados en el estándar (Wieczorek et al., 2012). También incluyó servicios web para la actualización y consulta de datos. Las interfaces de captura basadas en web (Figura 2) son configurables para cada CBN, con las siguientes características:

- Catálogos taxonómicos, geográficos y de colectores.
- Mecanismos de ayuda para disminuir la recaptura de información.
- Adaptación en el formato para visualizar una imagen de alta resolución al mismo tiempo que se captura.

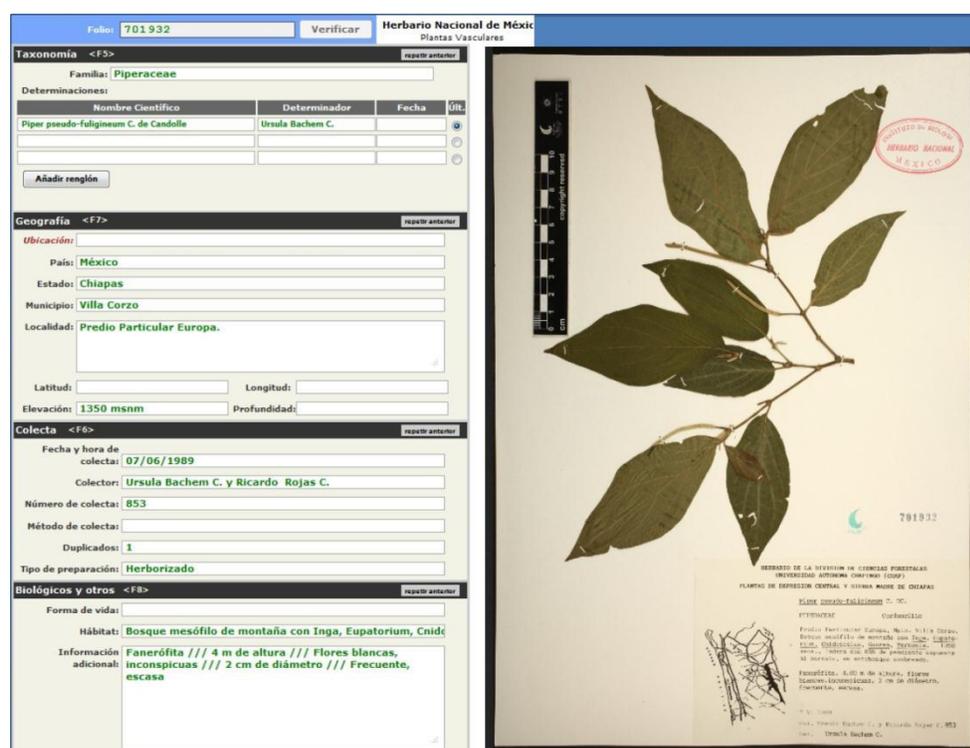


Figura 2. Vista de la pantalla que muestra la interfaz de captura web que se utilizó, en el proceso de digitalización y sistematización, de ejemplares del Herbario Nacional.

Administración y control de calidad de datos

Esta etapa se dividió en 2 procesos; el monitoreo de la captura y el control de calidad.

a) Monitoreo

En el monitoreo, personal de la UNIBIO revisó en tiempo real, a través de una interfaz, que la captura haya sido llevada al cabo de la forma programada, tanto en número de registros por capturista, como en el llenado de los campos. La interfaz de monitoreo es un sistema en línea basado en web 2.0, lo que permitió actualizar los datos en tiempo real (Figura 3). Esta interfaz contó con indicadores de captura por persona y por colección, así como los porcentajes de llenado en campos taxonómicos, geográficos y vinculación con imágenes. Además, permite monitorear, tanto los datos de captura diarios, como los datos acumulados (Tulig et al., 2012; Dalcin, 2005).

Ejemplares por usuario y colección				Llenado por usuario y colección								Ejemplares por usuario		Ejemplares de hoy	
#	usuario	colección	ejemplares	usuario	colección	Tax	Geo	Imagen	Colecta	Coord	Biológicos	#	usuario	ejemplares	ejemplares
1	maltamirano	MEXU_LI	40	maltamirano	MEXU_LI	100%	88%	0%	100%	40%	66%	1	caguilar	61	980
2	anavarro	MEXU	40	anavarro	MEXU	100%	91%	100%	99%	78%	28.99%	2	evaldivia	60	
3	aoivera	MEXU	40	aoivera	MEXU	100%	93%	100%	98%	31%	53%	3	msegura	60	
4	aramos	MEXU	40	aramos	MEXU	100%	94%	100%	100%	28.00%	56.99%	4	ncarvajal	53	
5	bcruz	MEXU	38	bcruz	MEXU	100%	84%	100%	96%	13%	33%	5	anavarro	40	
6	breyes	MEXU	40	breyes	MEXU	100%	93%	100%	99%	38%	66%	6	aoivera	40	
7	caguilar	MEXU	61	caguilar	MEXU	100%	95%	0%	99%	67%	60%	7	aramos	40	
8	cflores	MEXU	40	cflores	MEXU	100%	94%	100%	99%	45%	65%	8	breyes	40	
9	cresendiz	MEXU	40	cresendiz	MEXU	100%	95%	100%	99%	38%	64%	9	cflores	40	
10	csoto	MEXU	40	csoto	MEXU	100%	93%	100%	100%	36%	42%	10	cresendiz	40	
11	evaldivia	MEXU	60	evaldivia	MEXU	100%	92%	0%	99%	17%	56.99%	11	csoto	40	
12	ezamorano	MEXU	31	ezamorano	MEXU	100%	97%	100%	96%	55.00%	54%	12	hortega	40	
13	gdiaz	MEXU	39	gdiaz	MEXU	100%	99%	100%	100%	26%	60%	13	khernandez	40	
14	hortega	MEXU	40	hortega	MEXU	100%	96%	100%	98%	50%	68%	14	maltamirano	40	
15	jparra	MEXU	39	jparra	MEXU	100%	98%	100%	100%	31%	61%	15	rmercado	40	
16	khernandez	MEXU	40	khernandez	MEXU	100%	94%	100%	99%	48%	62%	16	vtrejo	40	
17	iramirez	MEXU	39	iramirez	MEXU	100%	95%	100%	98%	49%	62%	17	ygarcia	40	
18	msegura	MEXU	60	msegura	MEXU	100%	91%	0%	100%	15%	50%	18	gdiaz	39	
19	ncarvajal	MEXU	53	ncarvajal	MEXU	100%	97%	0%	99%	26%	59%	19	jparra	39	
20	rmercado	MEXU	40	rmercado	MEXU	100%	93%	100%	99%	23%	66%	20	iramirez	39	
21	spulido	MEXU	39	spulido	MEXU	100%	89%	100%	98%	31%	69%	21	spulido	39	
22	tsalazar	MEXU	1	tsalazar	MEXU	100%	100%	100%	100%	0%	75%	22	bcruz	38	
23	vtrejo	MEXU	40	vtrejo	MEXU	100%	97%	100%	97%	43%	61%	23	ezamorano	31	
24	ygarcia	MEXU	40	ygarcia	MEXU	100%	88%	100%	96%	40%	51%	24	tsalazar	1	

Llenado por subcolección	
#	subcolección
1	MEXU
2	MEXU_LI

Llenado por colección	
#	colección
1	MEXU

Totales hasta el día de hoy		
#	subcolección	ejemplares
1	CNCR	25984
2	CNIN_ME	784
3	CNIN_TC	398
4	CNIN_HE	151
5	CNIN_CO	8177
6	CNMO	3969
7	MEXU	104213
8	MEXU_AL	44
9	MEXU_FU	14970
10	MEXU_LI	1170
11	MEXU_FS	8139

Por Colección		
#	colección	ejemplares
1	CNCR	25984
2	CNIN	9510
3	CNMO	3969
4	MEXU	128536

Figura 3. Vista de la pantalla que detalla la interfaz de monitoreo, en el proceso de digitalización y sistematización, de ejemplares de las CBN.

b) Control de calidad

El método de control de calidad de los datos, se basó en la comparación de los registros con catálogos taxonómicos y geográficos (Dalcin, 2005) (Tabla 1). Los catálogos de validación taxonómica usados fueron los siguientes:

- Catálogos de autoridad taxonómica de CONABIO
- Capital Natural de México, CONABIO, 2008
- Catálogo de la vida, 2011
- International Plant Names Index (IPNI), 2011
- Plantlist
- ITIS, 2011
- Especies nuevas para la ciencia descritas en el Instituto de Biología, 2011

Los catálogos de validación geográfica usados fueron los siguientes:

- Marco Geográfico Nacional (INEGI), 1995 – 2010
- Modelo de elevación de México versión 2 (INEGI), 2010
- Global Administration Areas version 2

Cada atributo se calificó en una escala de 0 a 1 según la coincidencia con los catálogos (Tabla 1).

Tabla 1- Categorización de los registros para el control de calidad usado en la digitalización de los ejemplares de las CBN.

Calificación	Taxonómico	Geográfico
0	Sin dato	Sin dato
0.1	Sin coincidencia o no lógico	Sin coincidencia o no lógico
0.3	Pendiente de análisis	Pendiente de análisis
0.8	Incertidumbre en la determinación	En proceso
0.9		Con coincidencia a partir de una modificación
1	Con coincidencia a partir de una modificación	Con coincidencia de origen

Los algoritmos de semejanza, que se utilizaron para la comparación de los registros con los catálogos, fueron:

- Levenshtein Distance
- N-Gram Fingerprint
- Phonetic Fingerprint
- Nearest Neighbor Methods
- PPM

Una vez realizadas las agrupaciones por semejanza, se realizaron las correcciones y homologación de los registros en la UNIBIO, en caso de contar con las herramientas necesarias. En caso contrario, las correcciones se realizaron junto con el curador de la CBN en turno. Esto hizo que la actualización de los datos fuera un proceso continuo y de difícil calendarización. Por este motivo, se integró en el sistema de acceso para CONABIO, la herramienta de descarga de actualizaciones (ver siguiente etapa).

Descarga

Se desarrolló un sistema de acceso restringido (usuario y contraseña) para CONABIO, que permitió la descarga, en formato CSV, de toda la base de datos, misma que se actualizó periódicamente. Se pudo acceder al sistema en la siguiente liga:

[www.unibio.unam.mx/DescargaCONABIO/;](http://www.unibio.unam.mx/DescargaCONABIO/)

Usuario: conabio;

Contraseña: digitalizacion.2012.G41

Este sistema contiene, además, una herramienta de descarga de actualizaciones, que descargó, exclusivamente, las modificaciones o actualizaciones hechas a la base de datos desde la fecha seleccionada (Figura 4).



Figura 4. Vista de la pantalla que muestra la interfaz de descarga de datos de los ejemplares de las CBN.

El Sistema web IBdata

IBdata (<http://www.ibdata.ib.unam.mx/web/>) es la plataforma institucional para consultar y administrar las CBN resguardadas por el IBUNAM. El grupo de desarrollo inició su construcción en marzo del 2018, completando el primer prototipo funcional en agosto del mismo año.

El grupo de desarrollo

El grupo de desarrollo que creó el sistema IBdata estuvo conformado por cinco académicos del IBUNAM, un pasante de la carrera de actuaría y un consultor independiente que, en orden alfabético por apellidos, fueron:

- Gernandt, David S. Jefe del Herbario Nacional de México, 2011-2019
- Magallón, Susana. Directora del IBUNAM, 2019-
- Melo Samper Palacios, Ubaldo. Integrante de la UNIBIO, IBUNAM
- Murguía Romero, Miguel. Integrante de la UNIBIO, IBUNAM

- Salazar, Gerardo A. Jefe del Departamento de Botánica, IBUNAM, 2011-2019
- Sánchez-Cordero, Víctor. Director del IBUNAM, 2011-2019
- Sánchez González, Gerardo E. Pasante de la carrera de Actuaría, Facultad de Ciencias, UNAM
- Serrano Estrada, Bernardo. Consultor SERES Sistemas Especializados

Metodología de desarrollo

Siguiendo metodologías ágiles de desarrollo de sistemas informáticos y técnicas de diseño de experiencias de usuario, se dio prioridad a la sencillez en el uso del sistema por los usuarios a los que está dirigido. El grupo de desarrollo estableció dos ejes: un eje funcional o de alcances y un eje de diseño de la interfaz, que se pueden enunciar de la siguiente forma:

- 1) Eje funcional: El sistema será usado por académicos y estudiantes interesados en obtener listas de registros de ejemplares de la biodiversidad de México, representados en las CBN del IBUNAM.
- 2) Eje de diseño: El usuario podrá encontrar, de forma sencilla, las funcionalidades que requiere para consultar la Base de Datos de las CBN.

Siguiendo estos dos ejes, el equipo definió las funcionalidades que debía proveer el sistema, así como aquellas que se decidió excluir. Por ejemplo, se definió que el sistema, además de proveer una forma sencilla de generar listas de los ejemplares con diversas opciones de filtros, también presentaría información detallada de cada uno de los ejemplares, incluyendo su imagen digital. Una de las características que se excluyó fueron los módulos de análisis. En cuanto al eje de diseño, se definió que se debería evitar en lo posible la navegación por múltiples opciones de menús jerárquicos, dando prioridad a una interfaz de un solo “panel de control”, concepto que se denominó “Navegación nivel 1”. Los conceptos que guiaron el diseño fueron aquellos que se agrupaban bajo el nombre de ‘diseño de experiencias del usuario’ (Allanwood y Beare, 2014; Jackson y Ciolek, 2017); por ejemplo, las pruebas de usabilidad y los personajes ficticios, entre otros.

Interfaz del usuario de IBdata

La interfaz del usuario es un panel con dos ventanas: la de preguntas y la de resultados. La ventana izquierda es donde el usuario hace preguntas o especifica filtros y, la ventana derecha, es donde se muestran las listas de ejemplares que cumplen con los criterios que el usuario especificó (Figura 5). Cada registro es seleccionable para mostrar una “Ficha resumen de datos del ejemplar”. Ambas ventanas tienen botones que brindan diversas opciones para consulta o para exportar los resultados o visualizarlos en un mapa.

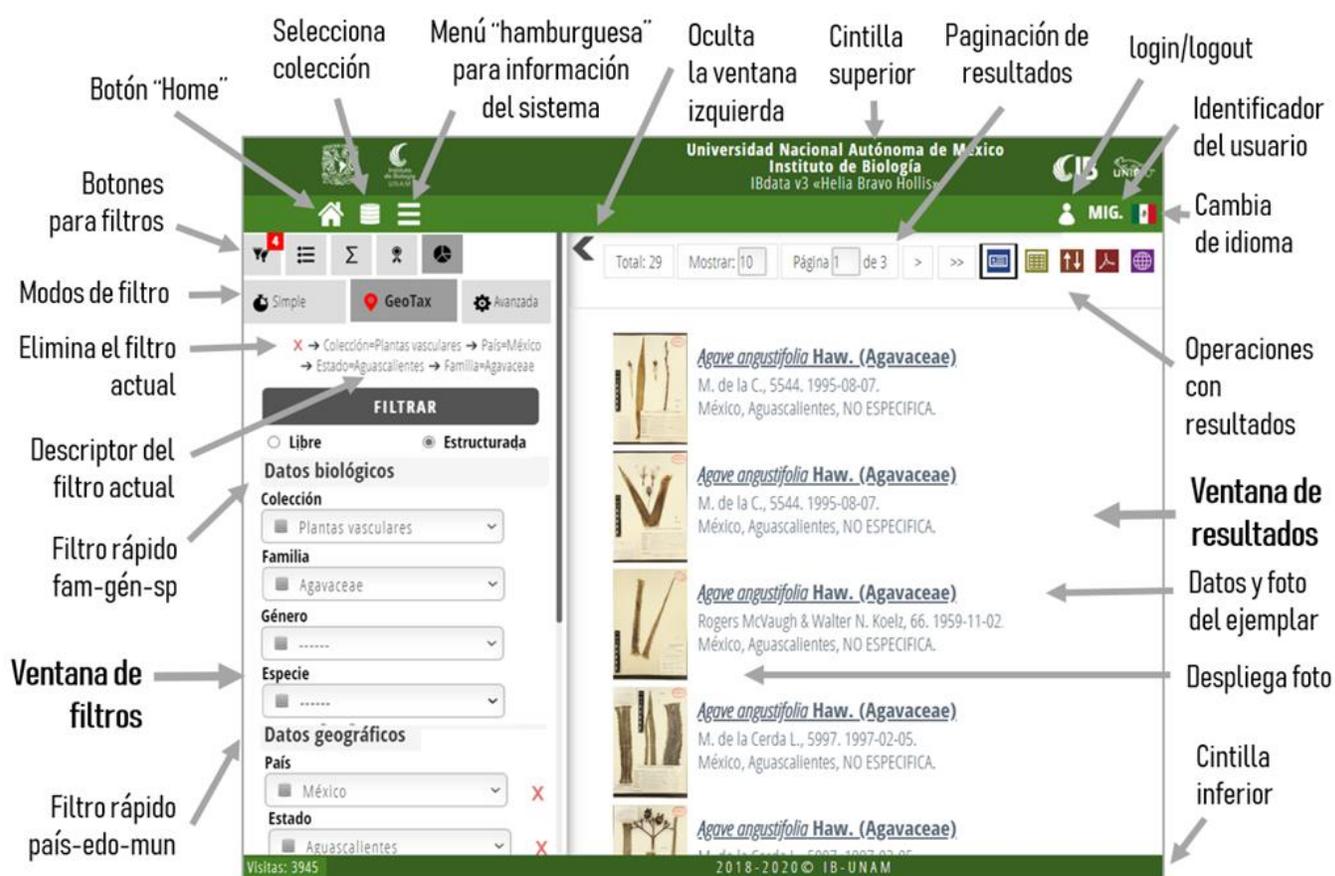


Figura 5. Vista de la pantalla de la interfaz del usuario de IBdata.

Módulos del sistema IBdata

El sistema IBdata está compuesto por tres módulos (Figura 6):

Consultas. Es el módulo que incluye a la interfaz en la que el usuario puede obtener listas de ejemplares o acceder al registro de cada uno. Las consultas se agrupan en tres grandes tipos: Simple, GeoTax y Avanzada.

Captura y Edición. Permite el ingreso de nuevos registros de ejemplares a partir de sus etiquetas, así como la edición de información de aquellos ya incorporados a la base de datos. Además, permite la edición de algunos catálogos.

Administración. Este módulo provee reportes sobre el uso del sistema y permite brindar accesos diferentes a cada usuario; por ejemplo, diversos niveles de permisos de captura (agregar, borrar, modificar), o permisos a las secciones de reportes administrativos del sistema.

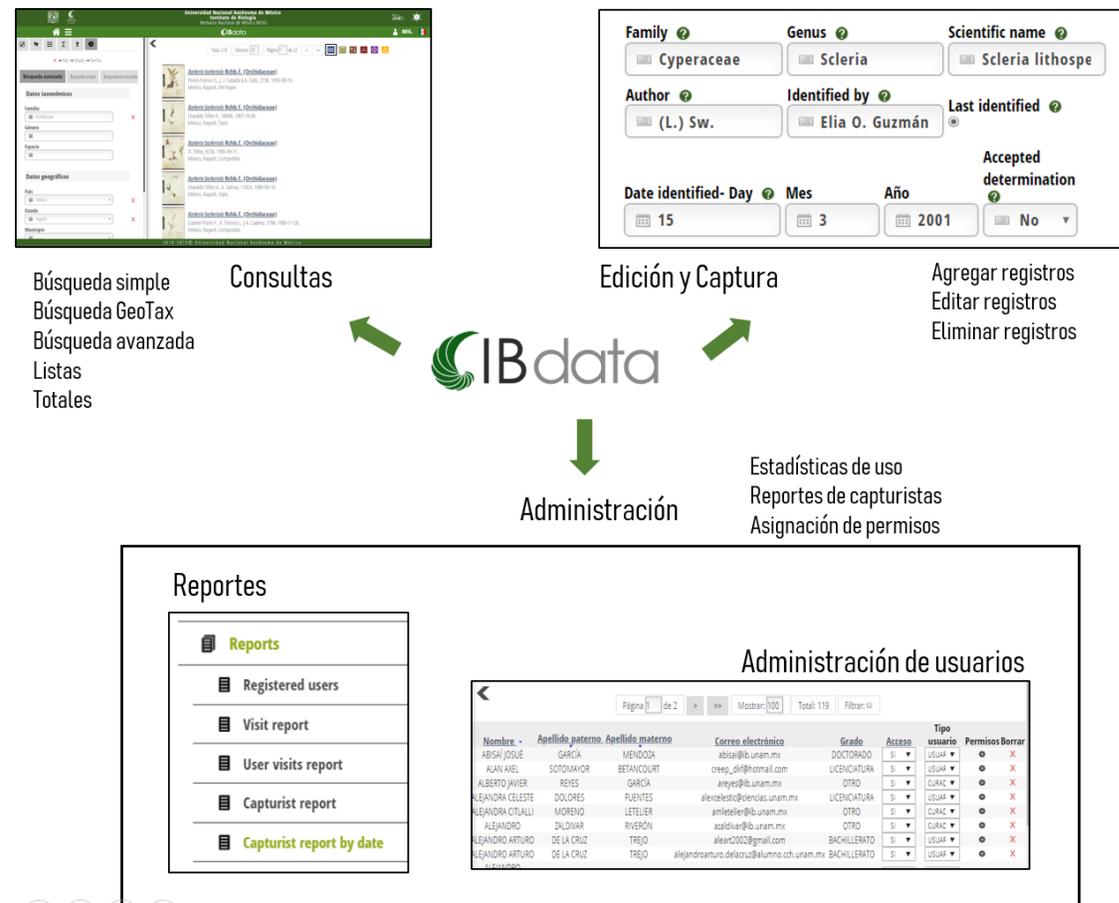


Figura 6. Diferentes pantallas que ilustran los módulos de Consulta, Edición y Captura, y Administración, del sistema IBdata.

Tanto los campos de la base de datos, como las exportaciones que hace el sistema a formatos de hoja de cálculo en archivos de texto de valores separados por coma (csv), siguen la nomenclatura definida en Darwin Core (Wieczorek et al., 2012). La App para dispositivos móviles, en sus dos versiones de los sistemas operativos Android e iOS, puede concebirse como un cuarto módulo, que depende de la estructura de la base de datos de IBdata y, por lo tanto, ambos son interdependientes: cuando se hacen modificaciones o mejoras a uno, es necesario considerar posibles adaptaciones necesarias en el otro (Tabla 2; Apéndice 1).

Tabla 2. Principales características contenidas en el sistema web IBdata.

	Característica	Descripción
1	Sistema responsivo	Puede consultarse en diversos tipos de dispositivos: celular, tabletas, laptop, escritorio
2	Compatibilidad con sistemas operativos	Windows, Mac OS, Linux Kernel, Android, iOS
3	Compatibilidad con navegadores	Edge, Firefox, Google Chrome, Opera y Safari
4	Navegación en nivel 1	Toda la funcionalidad está en una misma página, no es necesario navegar
5	100% web	No se requiere instalar componentes
6	Exportación	Excel, PDF
7	Login usuario	Para otorgar diferentes permisos de accesos y personalizar algunos aspectos de la interfaz
8	Multilingua	Español/inglés/italiano con capacidad para agregar más idiomas de forma sencilla
9	Multicolección	Almacena y visualiza datos de más de una colección
10	Captura	Captura y edición de ejemplares vía web
11	Administración	Seguimiento de capturas y permisos a usuarios

Resultados

Objetivo particular 1. Sistematizar y digitalizar, en un porcentaje significativo, el Herbario Nacional y las Colecciones Zoológicas del IBUNAM: Colección Nacional de Ácaros (CNAC), Colección Nacional de Arácnidos (CNAR), Colección Nacional de Helmintos (CNHE), Colección Nacional de Crustáceos (CNCR), Colección Nacional de Moluscos (CNMO), Colección Nacional de Insectos (CNIN), Colección Nacional de Peces (CNPE), Colección Nacional de Anfibios y Reptiles (CNAR), Colección Nacional de Aves (CNAV) y Colección Nacional de Mamíferos (CNMA).

El número total de registros de ejemplares sistematizados de las CBN entregados a la CONABIO fue de **1,658,743**, de los 704,800 comprometidos; es decir, se entregaron datos de un total de 1,044,483 registros de ejemplares más a los comprometidos (*e.g.*, casi un millón de ejemplares digitalizados adicionales) (Figura 7).

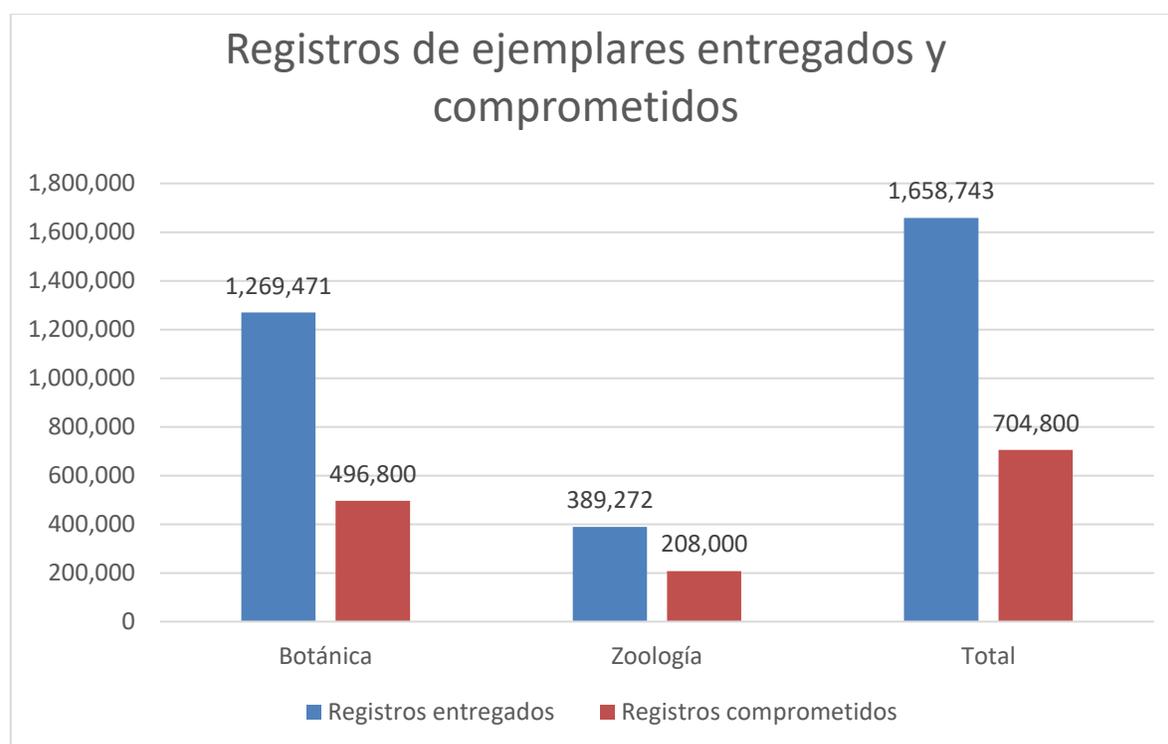


Figura 7. Número total de registros de ejemplares digitalizados de las CBN entregados, en comparación con los comprometidos. Se indican los valores por Departamentos del IBUNAM. “Botánica”, incluye al Herbario Nacional; “Zoología”, incluye a las Colecciones Zoológicas; “Total”, incluye a todas las CBN.

Con relación a los diferentes grupos taxonómicos que alberga el Herbario, destaca la entrega de poco más de **1'200,000** registros de ejemplares sistematizados de plantas vasculares, en comparación a los 450,000 comprometidos (Figura 8a).

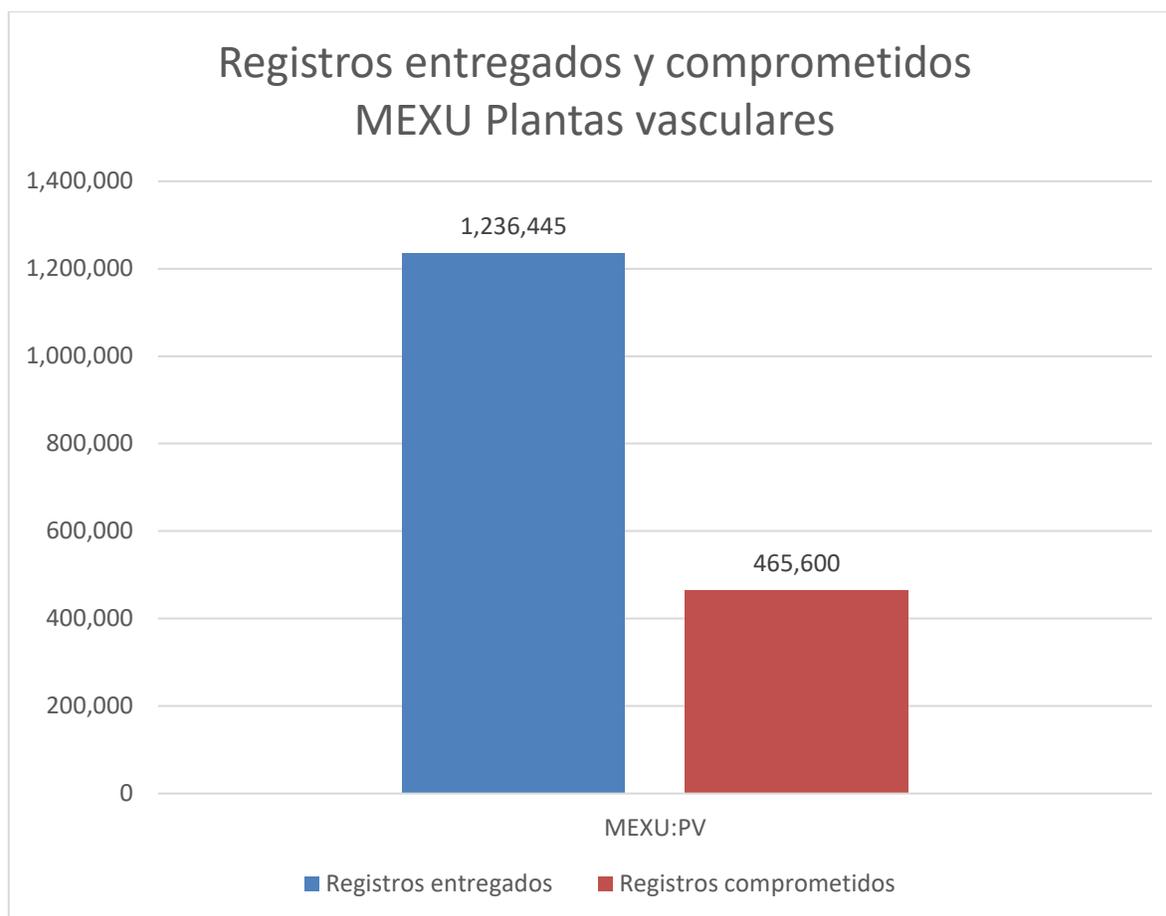


Figura 8a. Número total de registros de ejemplares sistematizados de plantas vasculares del Herbario Nacional (MEXU) entregados, en relación a los comprometidos.

Por otro lado, también se entregaron registros de ejemplares sistematizados de otros grupos florísticos, de hongos y de colecciones temáticas que forman parte del Herbario Nacional. Por ejemplo, las Colecciones de Algas, Líquenes, Frutos y Semillas, Hongos y la Xiloteca, entregaron un mayor número de registros de ejemplares sistematizados, que los

comprometidos inicialmente. Por otra parte, no se entregaron registros de ejemplares sistematizados de los Herbarios de las Estaciones de Biología de Los Tuxtlas y Chamela, ni de la Colección de Etnobotánica (Figura 8b).

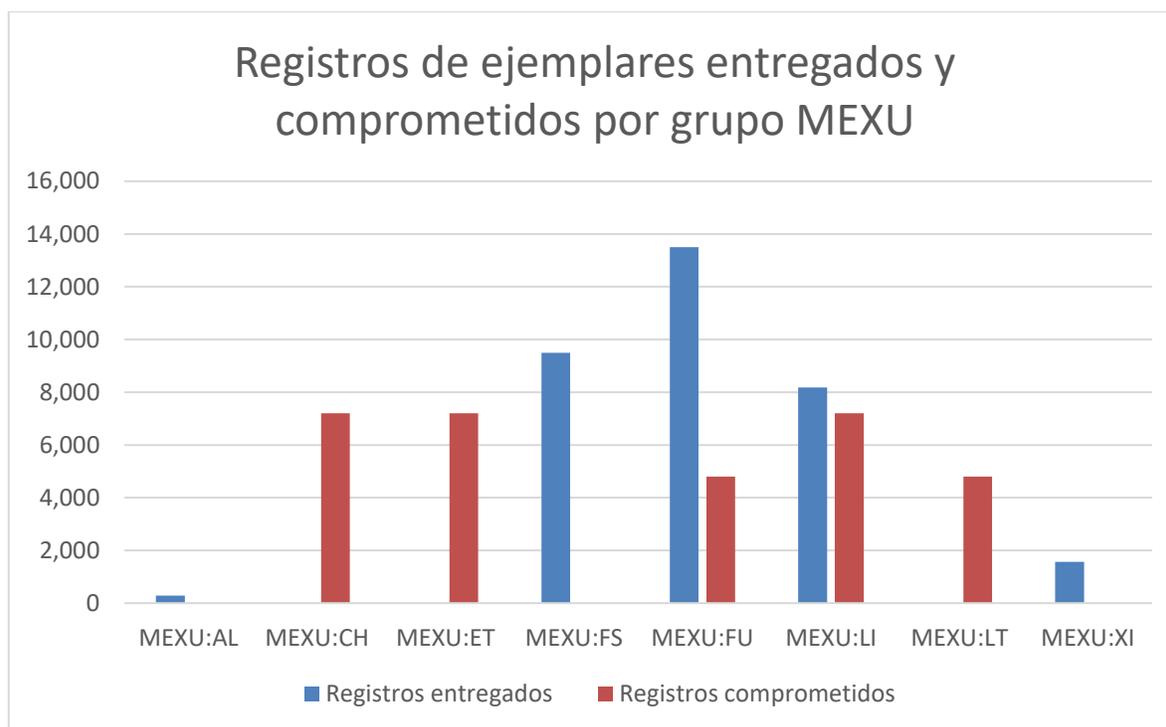


Figura 8b. Número total de registros de ejemplares sistematizados entregados, en comparación de los comprometidos, de diferentes colecciones que pertenecen al Herbario Nacional. MEXU:AL, Colección de Algas; MEXU:CH, Herbario regional de Chamela; MEXU:ET, Colección de Etnobotánica; MEXU:FS, Colección de Frutos y Semillas; MEXU:FU, Colección de Hongos; MEXU:LI, Colección de Líquenes; MEXU:LT, Herbario regional de Los Tuxtlas; MEXU:XI, Xiloteca.

La sistematización de ejemplares de las diferentes Colecciones Zoológicas también alcanzó cifras que superaron las expectativas iniciales (Figura 7). Por ejemplo, se entregaron un total de **389,272** registros de ejemplares sistematizados de las Colecciones Zoológicas, en comparación a los 208,000 comprometidos; es decir, se entregaron 181,272

registros adicionales. Al analizar los registros sistematizados entregados por Colección Zoológica se nota que, en más de la mitad (6 de 10 colecciones), los valores fueron mayores, comparados con los comprometidos (Figura 9a,b). Las Colecciones Zoológicas cuyos valores de registros de ejemplares sistematizados fueron mayores a los comprometidos, fueron la Colección Nacional de Moluscos (CNMO), Colección Nacional de Peces (CNPE), Colección Nacional de Anfibios y Reptiles (CNAR), Colección Nacional de Aves (CNAV) y la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA). Por otro lado, las Colecciones Zoológicas en las cuales se entregaron menos registros de ejemplares digitalizados que los comprometidos, fueron la Colección Nacional de Ácaros (CNAC), Colección Nacional de Arácnidos (CNAN), Colección Nacional de Crustáceos (CNCR) y la Colección Nacional de Helminthos (CNHE). En relación a la Colección Nacional de Insectos (CNIN), destaca el número total de **264,122** de registros de ejemplares digitalizados entregados que superan, ampliamente, los 73,200 comprometidos (Figura 9b).

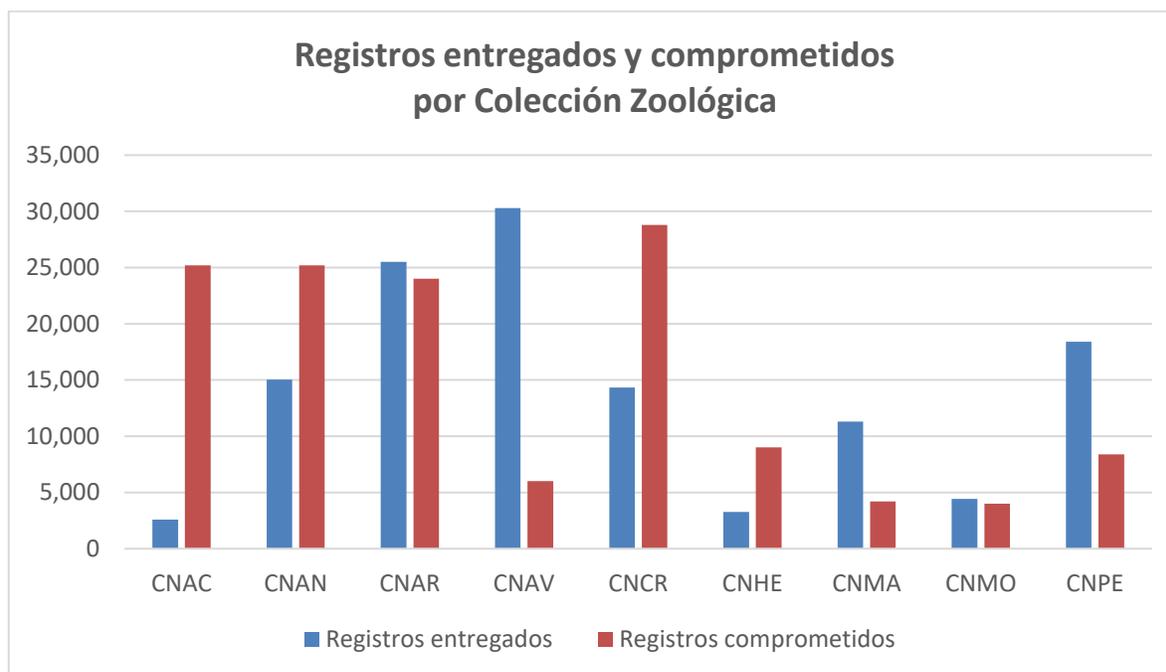


Figura 9a. Número de registros totales de ejemplares sistematizados de las diferentes Colecciones Zoológicas, en comparación con los comprometidos. CNAC, Colección Nacional de Ácaros; CNAN, Colección Nacional de Arácnidos; CNAR, Colección Nacional de Anfibios y reptiles; CNAV, Colección Nacional de Aves; CNCR,

Colección Nacional de Crustáceos; CNHE, Colección Nacional de Helmintos; CNMA, Colección Nacional de Mamíferos; CNMO, Colección Nacional de Moluscos; CNPE, Colección Nacional de Peces.

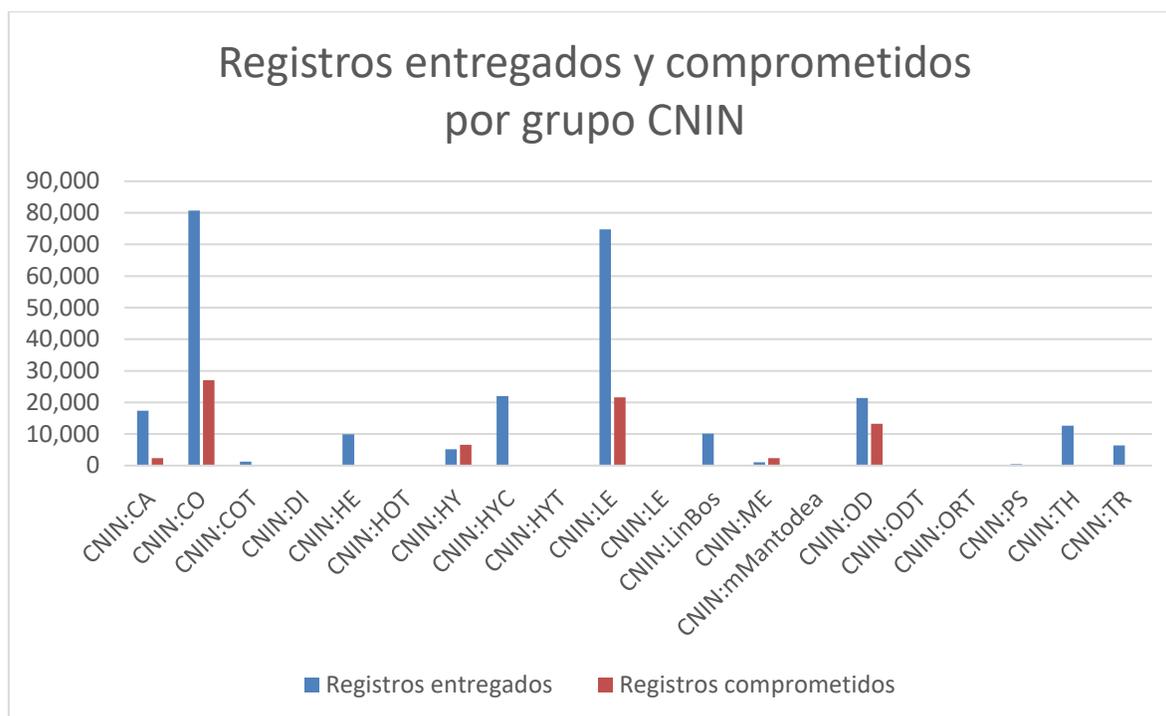


Figura 9b. Número de registros totales de ejemplares sistematizados de la Colección Nacional de Insectos, indicando el grupo taxonómico. CNIN:CA, Insectos acuáticos; CNIN:CO, Coleoptera; CNIN:COT, Tipos Coleoptera; CNIN:DI, Diptera; CNIN:HE, Hemiptera; CNIN:HOT, Tipos Homoptera; CNIN:HY, Hymenoptera; CNIN:HYC, Hymenoptera Estación Chamela; CNIN:HYT, Tipos Hymenoptera; CNIN:LE, Lepidoptera; CNIN:LET, Tipos Lepidoptera; CNIN:LINBOS, insectos del bosque seco; CNIN:NE, Neuropterida; CNIN:MA, Mantodea; CNIN:OD, Odonata; CNIN:ORT, Tipos Orthoptera; CNIN:PS, Psocoptera; CNIN:TH, Thysanoptera; CNIN:TR, Trichoptera.

Objetivo particular 2. Integrar información complementaria en las bases de datos, como imágenes digitales de los ejemplares del Herbario Nacional.

Se entregaron un total de **1'044,483** imágenes digitales de ejemplares del Herbario Nacional, de 20,000 comprometidas; es decir, se entregaron 1'024,483 imágenes digitales adicionales de las comprometidas (Figura 10).

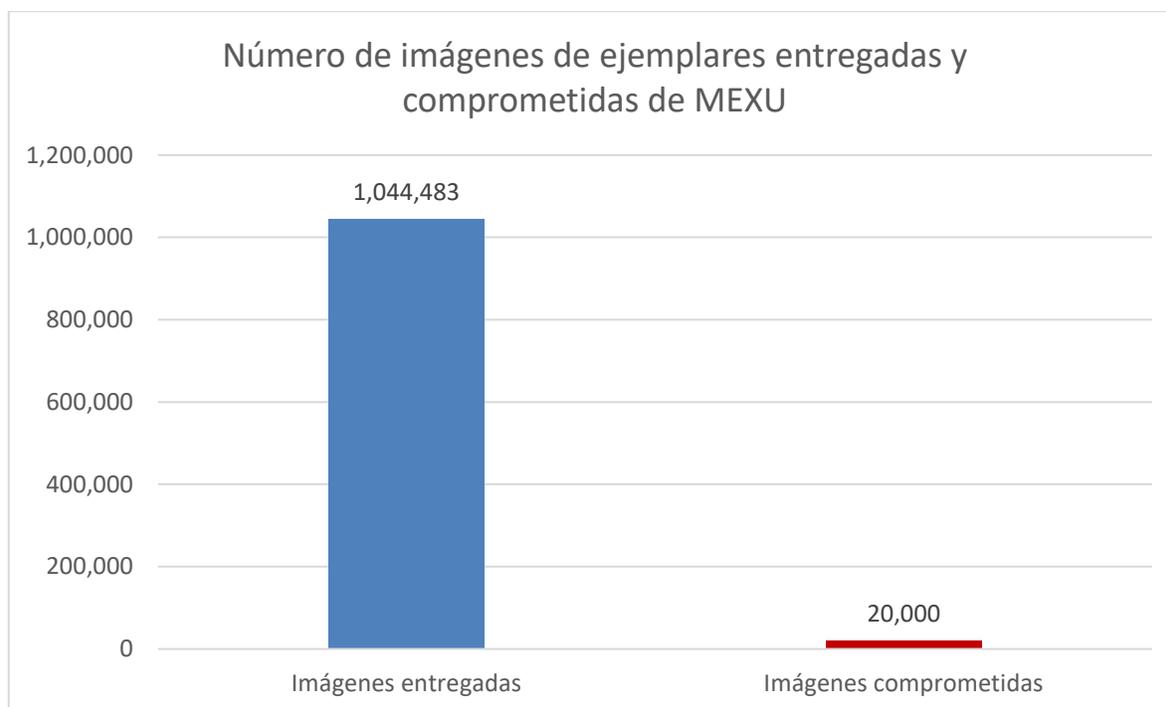


Figura 10. Número total de imágenes digitales de ejemplares del Herbario Nacional entregadas a la CONABIO, en relación a las comprometidas.

Objetivo particular 3. Construir y complementar bases de datos de los diversos grupos biológicos de las CBN, en una plataforma en línea de acceso libre (IBdata).

El sistema web IBdata se encuentra operando de manera eficiente y funcional. La versión 3 de IBdata “Helia Bravo Hollis”, se liberó en septiembre del 2020. Su base de datos incluye cerca de **1.7 millones de registros** del Herbario Nacional y de las Colecciones Zoológicas. Se optimizó la estructura interna respecto a la primera versión para ofrecer mayor rapidez en las consultas. Se incluyeron las miniaturas (*thumbnails*) de más un millón de imágenes de ejemplares de plantas vasculares, con el fin de que su despliegue en la pre-visualización de las listas de resultados, fuera más rápido. Otras de las nuevas características son la

impresión de los resultados a un archivo PDF, la exportación como tabla de Excel (.xls y .csv) y la posibilidad de consultar, simultáneamente, más de una CBN. Con el tipo de búsqueda GeoTax, se facilitan las consultas más comunes. En esta versión se introduce una sencilla herramienta para la generación de curvas de acumulación de especies por año, de la familia de elección del usuario. Es importante resaltar que IBdata es un portal de datos abiertos (Open Access), para la consulta de la información de manera libre. Para la descarga (exportación) de registros, el requisito es registrarse como usuario.

Objetivo particular 4. Transferir las bases de datos de las CBN, previamente depositadas en la CONABIO, al sistema de informática IBdata del IBUNAM para su respaldo, curación, actualización y mantenimiento, en un esquema de conectividad entre IBdata y el SNIB (CONABIO) a largo plazo.

A lo largo del proyecto, las diferentes bases de datos que previamente fueron digitalizadas en proyectos específicos, fueron incorporadas en bases de datos agrupadas para cada CBN. La digitalización de los ejemplares de las CBN, la creación y establecimiento de IBdata como el sistema web oficial del IBUNAM, así como su compromiso de datos abiertos y actualización frecuente de la información contenida, garantiza un esquema de conectividad a largo plazo entre la digitalización de las CBN y el SNIB de la CONABIO.

Objetivo particular 5. Incrementar la infraestructura de las CBN que garanticen las condiciones óptimas para su curación, mantenimiento e investigación, tales como microscopios, cámaras fotográficas y compactadores, entre otros.

Se logró un incremento muy importante en la infraestructura de las CBN, tanto en la adquisición de mobiliario y compactadores, equipo de microscopios y fotográfico, así como en espacio para los acervos de ejemplares. Al presupuesto del proyecto de la CONABIO para este fin, se sumó un monto muy importante, por parte de la Coordinación de la Investigación Científica y de Rectoría de la UNAM, para apoyar de manera decisiva la demanda urgente de la modernización de la infraestructura y espacios de las CBN. Aunado a esto, se consiguieron fondos considerables de CONACyT (Gernandt, 2014, 2016), para la compra de equipos y mobiliario en estos rubros para las CBN, así como del Laboratorio Nacional de Biodiversidad (Figura 11). Finalmente, se gestionó la construcción de un

edificio adicional para el IBUNAM, el Pabellón Nacional de la Biodiversidad. Uno de los propósitos de este edificio, es la ampliación significativa del espacio disponible para los acervos de los ejemplares de las CBN. En este sentido, las CBN digitalizadas cuentan con la infraestructura física, de mobiliario, equipamiento e informática necesaria para apoyar, de manera óptima, la investigación de frontera en estudios de biodiversidad.



Figura 11. Vista de mobiliario de compactadores nuevos adquiridos para algunas de las Colecciones Biológicas Nacionales.

Difusión

A lo largo del desarrollo de este proyecto, se hicieron presentaciones de parte de los resultados en foros de difusión, como la Revista Digital Universitaria de la UNAM (Gernandt et al., 2014), congresos locales y nacionales (Gernandt et al., 2013, 2014;

Murguía-Romero et al., 2019a, 2019b), y en el Macpaxochitll, órgano de difusión Sociedad Mexicana de Botánica (Gernandt, 2018; Murguía-Romero et al., 2020).

Discusión

El proyecto de *Sistematización y Digitalización de las CBN* ha sido el más importante entre el IBUNAM y la CONABIO, tanto en los alcances de los resultados y productos obtenidos, como por el monto financiado. El proyecto fue elaborado con un enfoque integral; es decir, los objetivos y metas no se restringieron, exclusivamente, a la sistematización y digitalización de los ejemplares de las CBN, sino incluyeron el desarrollo de una plataforma informática de consulta, administración, curación y manejo de sus bases de datos (IBdata), así como el impulso al desarrollo de la infraestructura del mobiliario, equipos y espacios de las CBN (Sánchez-Cordero, 2015a,b; 2019). Este proyecto fue exitoso, no solamente al cumplir a plenitud los objetivos y superando, por mucho, las metas establecidas inicialmente, sino que constituyó también, un detonador para conseguir fondos adicionales para incrementar la infraestructura de las CBN. Por ejemplo, el número total de registros de ejemplares sistematizados entregados de las CBN fue superior, por casi un millón de registros adicionales, a los comprometidos. En particular, el número total de registros de ejemplares digitalizados del Herbario Nacional fue poco más del doble, de los inicialmente acordados. El número total de registros de ejemplares sistematizados en las Colecciones Zoológicas fueron un poco menos del doble, de los comprometidos inicialmente. Por otra parte, el número total de imágenes digitales entregadas fue 52 veces superior al de las comprometidas.

Estos resultados generales reflejan, claramente, el esfuerzo de captura de los ejemplares de las CBN que realizó el personal académico del IBUNAM y el que fue contratado para este proyecto (Figuras 7-10). Segundo, el presupuesto asignado a la compra de infraestructura, microscopios, mobiliario de compactadores y espacio de acervos se alineó con un programa institucional del IBUNAM para apoyar y mejorar la infraestructura y equipamiento de las CBN. Se consiguieron fondos, por parte de la Coordinación de la Investigación Científica y la Rectoría de la UNAM para incrementar, significativamente, los montos recibidos de la CONABIO para estos rubros (Figura 11). Asimismo, se tuvo éxito en la gestión de apoyo externo adicional que permitió la construcción de un nuevo

edificio para el IBUNAM, el Pabellón Nacional de la Biodiversidad; uno de los fines principales fue el crecimiento significativo del espacio disponible para acervo de los ejemplares y laboratorios relacionados con las CBN (Sánchez-Cordero, 2019). Finalmente, se consiguieron fondos importantes por parte del CONACyT, para el fortalecimiento de la infraestructura y equipamiento de las CBN (Gernandt, 2014, 2016). El apoyo a la creación y consolidación del Laboratorio Nacional de Biodiversidad en el IBUNAM, financiado por el CONACyT, apporto equipamiento de laboratorios especializados, estrechamente vinculados las CBN (Sánchez-Cordero, 2011, 2015a,b, 2019). De esta manera, el resultado final fue un apoyo e impulso muy importante en diferentes ámbitos a las CBN (Sánchez-Cordero, 2019).

No obstante que el número total de registros de ejemplares digitalizados y sistematizados entregados a la CONABIO fue muy superior al comprometido, hubo casos en donde, para ciertas Colecciones específicas del Herbario Nacional y las Colecciones Zoológicas, se entregó un número inferior de registros sistematizados, en comparación a los comprometidos (Figuras 8b, 9a,b). Una de las razones fue el hecho de que se invirtió un gran esfuerzo en la curación de los ejemplares de varios grupos biológicos, que llevó más tiempo del programado. En virtud de cumplir, cabalmente, con la entrega en tiempo y forma de los informes parciales, se decidió postergar la entrega para después. Este déficit de ejemplares sistematizados no afectó, globalmente, la entrega de los registros de ejemplares comprometidos en su totalidad. Sin embargo, se reitera el compromiso del IBUNAM de incrementar el número de ejemplares sistematizados de estas Colecciones en particular.

Como se mencionó anteriormente, los ejemplares depositados en las CB constituyen el núcleo principal de información biológica a nivel mundial (Graham et al., 2004; Hedrick et al., 2020; Soberón y Peterson, 2004; Soltis, 2017). Por tanto, cada ejemplar debe de contar con las condiciones de montaje y depósito adecuados, de acuerdo al grupo biológico, para garantizar su preservación a largo plazo. Cada ejemplar debe contar con la información indispensable para que su valor científico pueda aprovecharse a cabalidad. Por ejemplo, los rótulos o etiquetas asociados a los ejemplares deberán contar con su identificación taxonómica, de preferencia a nivel de especie, así como información del lugar (localidad) y fecha de colecta. En este sentido, se cumplieron todos los estándares de

información y control de calidad de esta información, del paso de captura de etiquetas o rótulos de ejemplares, a las bases de datos (Nelson et al., 2015; Singh et al., 2010; Soberón y Peterson, 2004). Como se indicó en la sección de Métodos, este proceso fue supervisado por los curadores de las CBN. Información adicional que debe, idealmente, estar asociada también a los ejemplares, es la georreferenciación de las localidades de colecta (coordenadas geográficas), altitud y tipo de vegetación de la colecta, entre otros. Toda esta información es relevante y debe ser registrada en las colectas de ejemplares nuevos, que se depositen en las CBN (Graham et al., 2004; Soltis 2017; Soberón y Peterson, 2004).

Un punto adicional a resaltar, es la importancia de contar con información tan precisa como sea posible de las localidades de colecta (Bakker et al., 2020; Singh et al., 2010; Soberón y Peterson, 2004; Soltis, 2017). En los últimos años, el uso de un geoposicionador (GPS) ha facilitado el registro de las coordenadas geográficas de las localidades de colecta. No obstante, durante muchas décadas, las localidades solamente se registraban con el nombre del lugar de colecta del ejemplar, en ocasiones ubicando la distancia aproximada al asentamiento humano más cercano (ranchería, pueblo, ciudad) y se agregaba el municipio, estado y país correspondiente. En este proyecto se observó que, poco más de la mitad de las localidades registradas en los ejemplares de las CBN, no cuentan con coordenadas geográficas. Esto implica varias limitantes importantes. Por ejemplo, la ubicación y visualización precisas de las localidades en un mapa es posible, aunque limitada. En contraste, los ejemplares de especies con localidades que contengan coordenadas geográficas pueden ubicarse, de manera expedita y con toda precisión en un mapa digital. Esta facilidad permite, a su vez, poder asociar estos mapas digitales con otros mapas digitales que contienen una gran diversidad de información como topografía, climas, precipitación, temperatura, geología, carreteras, entre otros, en un sistema de información geográfico. Este escenario facilita el desarrollo de líneas de investigación científica novedosas como el modelado de distribuciones de especies, estudios de biogeografía, ecología, conservación, cambio climático, zoonosis emergentes, plagas, agricultura, y educación pública, entre otros (Bakker et al., 2020; Graham et al., 2004; Miller et al., 2020; Sánchez-Cordero y Martínez-Meyer, 2000; Schindel y Cook, 2018; Soberón y Peterson, 2004; Soltis, 2017; Thomson et al., 2021). La CONABIO cuenta con una base de datos muy importante de localidades de colecta georreferenciadas. Sería de gran utilidad,

establecer un convenio para completar la referenciación geográfica de las localidades de los ejemplares de las CBN, con la información de localidades georreferenciadas ya disponibles en la CONABIO.

Retos a futuro

Algunas de las tareas que se deben consolidar, integrar e incluir en el futuro son las siguientes.

-En décadas recientes, se están incorporando nuevos tipos de repositorios, como bancos criogénicos de tejidos congelados y de extractos de DNA, asociados a los ejemplares depositados en las CBN, para incorporar enfoques de biología molecular, incluyendo genómica, a los estudios de biodiversidad. Esta información molecular puede, a su vez, organizarse en bases de datos que pueden estar vinculadas a la plataforma informática de IBdata, usando bases de datos relacionales. La idea conceptual de conectar bases de datos de ejemplares sistematizados, de imágenes digitales de ejemplares y de secuencias genómicas, abre posibilidades de desarrollar investigación científica de gran alcance, con un enfoque integral, en estudios de biodiversidad.

-Uno de los resultados indirectos que resultaron del proyecto, fue el hecho de que poco más del 50% de las localidades contenidas en los rótulos o etiquetas de los ejemplares depositados en las CBN, no tienen una referencia de coordenadas geográficas. Es muy importante incrementar el número de localidades con referencia de coordenadas geográficas en las bases de datos y, eventualmente, en las etiquetas o rótulos de los ejemplares de las CBN. Es importante establecer un convenio para conectar las localidades con referencia geográfica con las que cuenta CONABIO, con las mismas localidades de las CBN que aún no la tienen.

-Las bases de datos de las CBN deben ser continuamente actualizadas para reflejar cambios en la determinación taxonómica de los ejemplares, así como incrementadas con el ingreso de nuevos registros de ejemplares digitalizados. Esto es una tarea que debe establecer como una política académica institucional y recibir el reconocimiento adecuado, como actividad académica fundamental para maximizar la utilidad y confiabilidad de la información.

Agradecimientos

Los responsables de este proyecto agradecemos, profundamente, a las curadoras y los curadores y otros miembros del personal académico del IBUNAM asociados a las CBN, así como a los técnicos contratados para la sistematización y digitalización de las CBN. Sin su compromiso, esfuerzo y dedicación no hubiera sido posible alcanzar los objetivos y metas del proyecto, ni superar ampliamente sus expectativas iniciales. Asimismo, reconocemos a la Dra. Tila María Pérez y su equipo de trabajo en la de la Dirección General de Repositorios Universitarios de la UNAM (DGRU), por el apoyo en el desarrollo de las interfaces de captura y la metodología de control de calidad, así como en la revisión de las bases de datos de las CBN. Agradecemos a los Rectores de la UNAM, Dr. José Narro Robles (2007-2015) y Dr. Enrique Graue Wiechers (2015-), y a los Coordinadores de la Investigación Científica de la UNAM, Dr. Carlos Arámburo de la Hoz (2007-2015) y Dr. William Lee Alardin (2015-), por los apoyos recibidos para este proyecto. El apoyo incondicional de P. Koleff y R. Jiménez, así como del personal de la CONABIO quien supervisó y evaluó las bases de datos y los productos de este proyecto, fue de gran relevancia. Finalmente, agradecemos de manera muy especial, al Dr. José Sarukhán Kermes, Coordinador Nacional de la CONABIO, por su apoyo invaluable a este proyecto y al IBUNAM- muchas gracias.

Referencias

- Allanwood, G., & Beare, P. (2014). *Basics interactive design: User experience design: Creating designs users really love*. A&C Black.
- Bakker FT, Antonelli A, Clarke JA, Cook JA, Edwards SV, Ericson PGP, Faurby S., Ferrand N., Gelang M, Gillespie R.G., Irestedt M., Lundin K., Larsson E., Matos-Maraví P., Müller J., von Proschwitz T., Roderick G.K., Schliep A., Wahlberg N., Wiedenhoeft J., & Källersjö, M. 2020. The Global Museum: natural history collections and the future of evolutionary science and public education. *PeerJ* 8:e8225, <https://doi.org/10.7717/peerj.8225>
- Dalcin, E. C. 2005. Data Quality Concepts and Techniques Applied to Taxonomic Databases. *Life Sciences, February*, 266. <https://doi.org/10.13140/2.1.4440.2562>.

- Gernandt, D. S., 2014. Instalación de sistemas de almacenamiento de alta densidad en las Colecciones Biológicas Nacionales. CONACYT (22473). CDMX, México. Monto aprobado: \$4,699,402 M.N.
- Gernandt, D. S., 2016. Desarrollo de infraestructura de las Colecciones Biológicas Nacionales del Instituto de Biología. CONACYT (269382). CDMX, México. Monto aprobado: \$5,300,000 M.N.
- Gernandt, D.S. 2018. A brief history of MEXU. *Vasculum* 13: 14-21.
- Gernandt, D.S., Salazar, G., Giménez Héau, J., Melo Samper, U., Sánchez Cordero, V. 2013. Digitization of the National Herbarium of Mexico. (cartel). Botanical Society of America: BOTANY 2013. Nueva Orleans, LA. USA. Julio 27-31.
- Gernandt, D.S., Melo Samper, U., Pérez Castillo, D., Giménez Héau, J. Digitization of the National Herbarium of Mexico: data validation and error correction. (cartel). BOTANY 2014. Boise, ID. USA. Boise ID. USA. Julio 27-31.
- Gernandt, D., Sánchez-Cordero, V., Samper-Palacios, U.M., Giménez Héau, J., & Salazar, G. 2014. Digitalización del Herbario Nacional de México: Avances y retos del futuro. *Revista Digital Universitaria*. www.revista.unam.mx/vol.15/num4/art30/art30.pdf.
- Graham, C.H., Ferrier S., Huettman, F., Moritz, C., & Peterson, A.T. “New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis”. *Trends in Ecology & Evolution*. 2004. 19, 497–503.
- Hedrick, B.P., Heberling, J.M., Meineke, E.K., Turner, K.G., Grassa, C.J., Park, D.S., Kennedy, J., Clarke, J.A., Cook, J.A., Blackburn, D.C., Edwards, S.V., & Davis, C.C. 2020. Digitization and the future of natural history collections. *BioScience*, 70, (3):243–251, <https://doi.org/10.1093/biosci/biz163>.
- Jackson, C., & Ciolek, N. (2017). *Digital Design in Action: Creative Solutions for Designers*. AK Peters/CRC Press.
- Miller, S., Barrow, L.S., Ehlman, S.M., Goodherart, J.A., Greiman, S.E., Lutz, H.L., Misiewicz, T.M., Smith, S.M., Tan, M., Thawley, Cook, J.F., & Light, J.E. 2020. Building Natural History Collections for the Twenty-First Century and Beyond. *BioScience*, 70: 674–687. doi:10.1093/biosci/biaa069.
- Murguía Romero, M. 2020. Página web IBdata para consultar los ejemplares del Herbario Nacional de México MEXU. Macpalxochitl. Órgano de Información y Difusión de la

- Sociedad Botánica de México. Septiembre, 2020.
https://www.socbot.mx/uploads/1/3/1/3/131318769/09_macpalxochitl_septiembre2020_reducido.pdf
- Murguía Romero M., Melo Samper Palacios U., Serrano Estrada B., Gernandt D.S., Salazar G.A., & Sánchez-Cordero V. 2019. Página web IBdata para consulta de los ejemplares del Herbario Nacional MEXU. *XXXVIII Coloquio de Investigación*. 21 y 22 de agosto, 2019. FES Iztacala, UNAM.
- Murguía Romero, M., Melo Samper Palacios, U., Serrano Estrada B., Gernandt D.S., Salazar G.A., & Sánchez-Cordero, V. 2019. Plataforma web para consultar los ejemplares del Herbario Nacional de México MEXU. *XXI Congreso Mexicano de Botánica, Soc. Bot. de México*. 20-25 Octubre, 2019. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- Nelson, G., Sweeney, P., Wallace, L.E., Rabeler, R.K., Allard, D., Brown, H., Carter, J.R., Denslow, M.W., Ellwood, E.R., Germain-Aubrey, C.C., Gilbert, E., Gillespie, E., Goertzen, L.R., Legler, B., Marchant, D.B., Marsico, T.D., Morris, A.B., Murrell, Z., Nazaire, M., ... & Mast, A.R. (2015). Digitization Workflows for Flat Sheets and Packets of Plants, Algae, and Fungi. *Applications in Plant Sciences*, 3(9), 1500065. <https://doi.org/10.3732/apps.1500065>.
- Scheinvar, L, Gómez-Pompa, A. & Alonso, L. 1967. Sistema automático de recuperación de información para el Herbario Nacional del Instituto de Biología de la U.N.A.M. *An. Inst. Biól. Univ. Nal. Autón. México*, 38, Ser. Bot. (1): 203-250.
- Scheinvar, L, Alonso, L., & Gómez-Pompa, A. 1968. Proyecto piloto de recuperación automática de información del Herbario Nacional de la UNAM. *An. Inst. Biól. Univ. Nac. Autón. México* 38 Ser. Bot.
- Sánchez-Cordero, V. 2011. Plan de Desarrollo 2011-2015. Instituto de Biología, UNAM. www.ibiologia.unam.mx/Plan_desarrollo/plan%20de%20desarrollo%202011_2015.pdf
- Sánchez-Cordero, V. 2015a. Informe Final de Actividades 2011-2015. Instituto de Biología, UNAM. www.ibiologia.unam.mx/informe/pdf_informes/Sintesis%202011-2015.pdf

- Sánchez-Cordero, V. 2015b. Plan de Desarrollo 2015-2019. Instituto de Biología, UNAM.
www.ibiologia.unam.mx/informe/pdf_informes/plan%20de%20desarrollo%202015-2019.pdf
- Sánchez-Cordero, V. 2019. Informe Final de Actividades 2011-2018. Instituto de Biología, UNAM. www.ibiologia.unam.mx/informe/pdf_informes/Informe%202011-2018-parc.pdf
- Sánchez-Cordero, V., & Martínez-Meyer, E. 2000. Museum specimens predict crop damage by tropical rodents. *PNAS*, 97(13):7074-7077;
<https://doi.org/10.1073/pnas.110489897>
- Schindel D.E., & Cook, J.A. 2018. The next generation of natural history collections. *PLoS Biol* 16(7): e2006125. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2006125>
- Singh, R., & Singh, K. 2010. A descriptive classification of causes of data quality: Problems in data warehousing. *International Journal of Computer Science Issues*, 7(3), 41–50.
- Soberón, J., & Peterson, A.T. Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. 2004. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Ser. B*, 359, 689–698. doi:10.1098/rstb.2003.1439.
- Soltis, P.S. 2017. Digitization of herbaria enables novel research. *American Journal of Botany*, 104(9), 1281–1284. <https://doi.org/10.3732/ajb.1700281>.
- Thompson C.W., Phelps K.L., Allard M.W., Cook J.A., Dunnum J.L., Ferguson A.W., Gelang, M., Khan, F.A.A., Paul, D.L, Reeder, D.M., Simmons, N.B., Vanhove, M.P.M., Webala, P.W., Weksler, M., & Kilpatrick, C.W. 2021. Preserve a voucher specimen! The critical need for integrating natural history collections in infectious disease studies. *mBio* 12: e02698-20. <https://doi.org/10.1128/mBio.02698-20>.
- Tulig, M., Tarnowsky, N., Bevans, M., Kirchgessner, A., & Thiers, B. M. (2012). Increasing the efficiency of digitization workflows for herbarium specimens. *ZooKeys*, 209, 103–113. <https://doi.org/10.3897/zookeys.209.3125>
- Wieczorek, J., Bloom, D., Guralnick, R., Blum, S., Döring, M., Giovanni, R., ... & Vieglais, D. (2012). Darwin Core: an evolving community-developed biodiversity data standard. *PloS ONE*, 7(1), e29715.

Apéndice 1. Guía_rápida_IBdata_v3

Se anexa en archivo por separado a este informe final



Universidad Nacional
Autónoma de México



Interfaz de consulta de las Colecciones
Biológicas Nacionales en el IB-UNAM

www.ibdata.abaco3.org

Guía rápida

IBdata v3 "Helia Bravo Hollis"

IB-UNAM; Enero/2021

<http://www.ibdata.ib.unam.mx/web/>

Contenido

- 1) Ambiente del usuario
- 2) Pestañas de filtros
- 3) Iconos de la vista de registros
- 4) Características de IBdata
- 5) Pestañas de la ventana izquierda
- 6) Iconos de la vista de registros
- 7) Módulo de captura y edición
- 8) Colecciones Biológicas Nacionales disponibles en IBdata
- 9) App IBdata para celular



1) Ambiente del usuario

The screenshot shows the IBdata user interface with the following labeled components:

- Botón "Home"**: Points to the home icon in the top navigation bar.
- Botones para filtros**: Points to the filter icons in the top navigation bar.
- Modos de filtro**: Points to the filter mode buttons (Simple, GeoTax, Avanzada).
- Elimina el filtro actual**: Points to the 'X' icon next to the active filter path.
- Descriptor del filtro actual**: Points to the active filter path: Colección=Plantas vasculares → País=México → Estado=Aguascalientes → Familia=Agavaceae.
- Filtro rápido fam-gén-sp**: Points to the 'FILTRAR' button.
- Ventana de filtros**: Points to the filter sidebar on the left.
- Filtro rápido país-edo-mun**: Points to the 'País' and 'Estado' dropdowns in the filter sidebar.
- Selección colección**: Points to the 'Plantas vasculares' dropdown in the filter sidebar.
- Menú "hamburguesa" para información del sistema**: Points to the hamburger menu icon in the top navigation bar.
- Ocultar la ventana izquierda**: Points to the left arrow icon in the top navigation bar.
- Cintilla superior**: Points to the top navigation bar.
- Paginación de resultados**: Points to the pagination controls (Total: 29, Mostrar: 10, Página 1 de 3).
- login/logout**: Points to the user profile icon and 'MIG.' text.
- Identificador del usuario**: Points to the 'MIG.' text.
- Cambia de idioma**: Points to the language selection icon.
- Operaciones con resultados**: Points to the action icons (print, download, etc.) above the results list.
- Ventana de resultados**: Points to the main results list area.
- Datos y foto del ejemplar**: Points to a specific result entry for *Agave angustifolia*.
- Despliega foto**: Points to the thumbnail image of the specimen.
- Cintilla inferior**: Points to the footer area containing 'Visitas: 3945' and '2018-2020 © IB-UNAM'.



2) Iconos de la ventana de filtros

The diagram illustrates the flow of data from filter icons to various views:

- Registros**: A screenshot of a list of records for *Adeninda nudosina* (Acanthaceae).
- Tipos**: A screenshot of a filter window with options like Alelojo, Catigo, etc.
- Gráficas**: A screenshot of a dashboard with four pie charts showing the distribution of records by state and family.
- Filtro**: A screenshot of a filter window with sections for **Datos biológicos** (Colección, Familia, Género, Especie) and **Datos geográficos** (País, Estado).
- Listas**: A screenshot of a filter window with a list of families (Acanthaceae, Aceraceae, etc.) and options for selection.
- Totales**: A screenshot of a filter window with options for selection (No. Especies x Familia, No. Registros x Estado, etc.) and a table of totals by state.

Estado	Total Familias
AGUASCALIENTES	126
BAJA CALIFORNIA	182
BAJA CALIFORNIA SUR	181
CAMPECHE	208
COAHUILA DE ZARAGOZA	173
COLIMA	184
CHIHUAHUA	353
CHIHUAHUA	215
CIUDAD DE MEXICO	232
DURANGO	218
GUANAJUATO	208
GUERRERO	268
HIDALGO	295
JALISCO	290
MEXICO	301
MICHOACAN DE OCAJUPA	293
MORELOS	257
NAYARIT	229
QUEROQUETAN	219

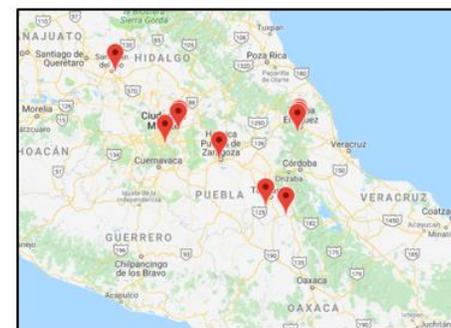
IBdata desarrollado en la UNIBIO, IB-UNAM© 2020



3) Iconos de la ventana de Resultados

Especie	Foto	Autor	Código de la colección	Colector (es)	Estado	Familia	Fecha del evento
<i>Cardinalis mexicanus</i>		G. García (en fase) T.T. Serrano, 1981	IEB Herbario	M. de la Cruz L., R. García	AGUASCALIENTES	Agavaceae	1981-09-18
<i>Dioscorea sp.</i>		(A. Gray) Kuntze, 1891	IEB Herbario	G. García	AGUASCALIENTES	Agavaceae	1980-09-22
<i>Dioscorea sp.</i>		(Cron. S.A. Gray) Kuntze, 1891	VO Herbarium	Hájar M. Hernández	AGUASCALIENTES	Agavaceae	1984-06-13
<i>Dioscorea sp.</i>		(Cron. S.A. Gray) Kuntze, 1891	VO Herbarium	Hájar M. Hernández, Luis Hernández, Silvio Arredondo, & Mauricio Arredondo	AGUASCALIENTES	Agavaceae	1984-06-13

Especie	Autor	Colector (es)	Estado
<i>Itenia cordifolia</i>	Schwantes	IEB Herbario G. Sánchez L.	MEXICO
<i>Itenia cordifolia</i>	Schwantes	Herbario Nacional Heike Vibrans	DAD DE MEXI
<i>Itenia cordifolia</i>	Schwantes	Herbario Iztap. Rosas López	PUEBLA
<i>Itenia cordifolia</i>	Schwantes	Herbario Iztap. Rosas López	PUEBLA
<i>Itenia cordifolia</i>	Schwantes	Herbario Iztap. Paredes-F	PUEBLA
<i>Itenia cordifolia</i>	Schwantes	Herbario Iztap. Paredes-F	PUEBLA
<i>Itenia cordifolia</i>	Schwantes	IEB Herbario López F., F. O	QUERETARO
<i>Itenia cordifolia</i>	Schwantes	MAP Herbario B., E. Mon	MEXICO



Vista de tabla

Exporta a Excel o csv

Mapa de las localidades de la lista actual

Vista web

Mostrar más campos

Ordenar

Exporta a pdf

Mostrar campos

Mostrar todos los campos

- 1. Año
- 3. CITES
- 5. Colección
- 7. Comentarios
- 9. Día
- 11. Epíteto específico
- 13. Estado
- 15. Fecha de colecta
- 17. Folio
- 19. Género
- 21. Hábitat
- 23. Colección
- 25. Determinador

Ordenar

Asc ↑ Desc ↓

- Familia & Especie
- Estado & Municipio
- Fecha de colecta
- Colector

ORDENAR

Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Biología
Herbario Nacional de México MEXU
Plantas Vasculares

Ficha resumen de datos del ejemplar
Dicliptera peduncularis Nees
Familia: Acanthaceae

Colector(es): Gerardo García
Número de colecta: 4107
Fecha de colecta (yyyy-mm-dd): 1997-10-29
País - Estado - Municipio: México - Aguascalientes - Calvillo
Localidad: 1 Km. al E de Colomos
Lat, Lon:
Elevación: 1800 msnm
Número de catálogo: 870734
Identificador único (URN): IBUNAM.MEXU.870734

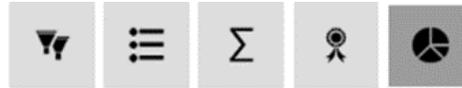


4) Características de IBdata

	Característica	Descripción
1	Sistema responsivo	Puede consultarse en diversos tipos de dispositivos: celular, tabletas, laptop, escritorio
2	Compatibilidad con sistemas operativos	Windows, Mac OS y Linux Kernel Android, iOS y Windows Phone
3	Compatibilidad con navegadores	Edge, Firefox, Google Chrome, Opera y Safari
4	Navegación en nivel 1	Toda la funcionalidad está en una misma página, no es necesario navegar
5	100% web	No se requiere instalar componentes
6	Exportación	Excel, PDF
7	Login usuario	Para otorgar diferentes permisos de accesos y personalizar algunos aspectos de la interfaz
8	Multilingua	Español/Inglés/Italiano con capacidad para agregar más idiomas de forma sencilla
9	Multicolección	Almacena y visualiza datos de más de una colección
10	Captura	Captura y edición de ejemplares via web
11	Administración	Seguimiento de capturas y permisos a usuarios



5) Pestañas de la ventana de filtros



Registros

Permite generar una lista de los ejemplares con tres tipos de filtros: a) por nombre de la especie; b) mediante la jerarquía taxonómica (Familia/Género/Especies) y/o geográfica (País/Estado/Municipio) y c) con cualquier combinación de campos de la base de datos.



Listas

Genera listas R (taxones en una entidad geográfica) y Q (entidades geográficas en las que se ha colectado un taxón). Por ejemplo, se puede generar una lista de las familias presentes en una Entidad Federativa; o de las entidades federativas en las que se ha colectado una especie.



Totales

Genera totales, por ejemplo, número de especies por familia, número de especies por género, ..., número de registros por año de colecta o por phylum.



Tipos

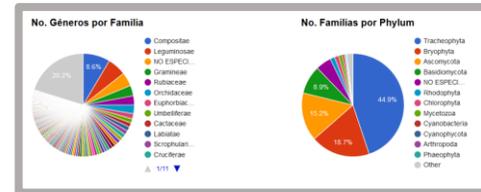
Filtra los ejemplares tipo según subclasificación

<input checked="" type="checkbox"/> Clonotipo	<input type="checkbox"/> Cotipo
<input type="checkbox"/> Isolectotipo	<input type="checkbox"/> Isonotipo
<input type="checkbox"/> Isoparatipo	<input type="checkbox"/> Isosintipo



Gráficas

Muestra un panorama del contenido de la base de datos: Total de registros por país de colecta; Número de géneros por familia.





6) Iconos de la vista de resultados



Vista Web Muestra la lista de resultados en formato web



Vista Tabla Muestra la lista de resultados en formato de tabla. Brinda tres opciones de vistas de campos a desplegar:



Nombre científico	Foto	Familia	Autor
<i>Phaseolus acutifolius</i> A. Gray		Leguminosae	A. Gray
<i>Phaseolus coccineus</i> subsp. <i>formosus</i> (Kunth) Marechal & al.		Leguminosae	(Kunth) Marechal & al.



Mostrar campos

Permite agregar columnas en la vista de Tabla



Ordenar los datos

Diálogo rápido para cambiar el orden de los registros de la lista de resultados. Por ejemplo, por Familia/Especie; por Estado/Municipio, ya sea ascendente o descendente.



Exportar Excel

Exporta en formato Microsoft Excel la lista de los registros en la ventana de resultados (ventana derecha)

	A	B	C	D
1	Especie	Autor	Nombre de la colección	Colector(es)
2	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Schwantes,	IEB Herbario G. Sánchez L.	
3	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Schwantes,	Herbario Nacional de México	Heike Vibrans
4	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Schwantes,	Herbario Iztamal	Rosas LÁpez
5	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Schwantes,	Herbario Iztamal	Rosas LÁpez



Exportar PDF

Muestra un panorama del contenido de la base de datos: Total de registros por país de colecta; Número de géneros por familia.





Universidad Nacional
Autónoma de México



Interfaz de consulta de las Colecciones
Biológicas Nacionales en el IB-UNAM

www.lbdata.abaco3.org



Ver Google Maps Muestra el mapa de Google Maps de los registros en la lista de resultados





7) Módulo de captura y edición

Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Biología
Herbario Nacional de México MEXU

IBdata - CAPTURA

GUARDAR

ADMINISTRACIÓN

ID del conjunto de datos * : IBUNAM:MEXU: Folio * : 1112668

Herbario de procedencia * : COTECOCA Proyecto * : S.A.G.A.R.

TAXONOMÍA

1. Determinación

Familia : Polygonaceae Género : Gymnopodium Nombre científico :
Gymnopodium antigonooides

Autor : Robinson Determinador : Marisa Silvia Aparicio Última determinación

Fecha de determinación- Día Mes : 10 Año : 2000 Determinación aceptada : No

COLECTA

Fecha de colecta

Fecha- Día Mes Año

2018-2019 © Universidad Nacional Autónoma de México



8) Colecciones Biológicas Nacionales disponibles en IBdata





9) App IBdata para celular



Herbario Nacional de México MEXU 

IBdata App es una aplicación para dispositivos móviles en Android y Apple (iPhone/iPad) que permite visualizar los registros de ejemplares del Herbario Nacional de México (MEXU).

Ahora podrás descargar desde la base de datos del MEXU los registros por familia para poder trabajar Offline.

Descarga la App y regístrate en IBdata web www.ibdata.ib.unam.mx para tener en tu celular los registros de ejemplares de las familias de tu elección.

