

Informe final* del Proyecto ME014
Digitalización y sistematización de las colecciones biológicas del INECOL*

Responsable: Dr. Rodolfo Novelo Gutiérrez
Institución: Instituto de Ecología A.C.
Dirección: Carretera antigua a Coatepec # 351, El Haya, Xalapa, Ver, 91070, México
Correo electrónico: rodolfo.novelo@inecol.mx
Teléfono/Fax: (228) 842-1800 ext. 3311
Fecha de inicio: Mayo 29, 2015.
Fecha de término: Junio 5, 2019.
Principales resultados: Base de datos, fotografías, informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Novelo Gutiérrez, R., Avendaño R., S. y L. Aragón A. 2019. Digitalización y sistematización de las colecciones biológicas del INECOL. Instituto Nacional de Ecología, A.C. **Informe final SNIB-CONABIO, Proyecto No. ME014.** Ciudad de México.

Resumen:

El presente proyecto tiene como objetivo principal digitalizar las cinco colecciones del Instituto de Ecología, A.C.

Colección de Plantas Vasculares - Herbario XAL. A través de proyectos financiados por CONABIO para el desarrollo de sus bases de datos ha logrado aportar al Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) 262, 299 registros correspondientes al mismo número de especímenes depositados en las colecciones. De la cifra mencionada 85.5% está georreferenciada. En los últimos tres años se han incorporado al Herbario 35, 000 ejemplares, capturados en una base de datos; sin embargo, no se encuentran normalizados ni georreferenciados de acuerdo con los lineamientos establecidos por la CONABIO; se cuenta además con 5, 000 ejemplares identificados y con datos de campo provenientes de recolectas institucionales y de intercambios los cuales no han sido montados ni capturados.

Con base en lo anterior, se propone en este proyecto procesar (montar y capturar) 5, 000 ejemplares; normalizar datos, georreferenciar las localidades sin coordenadas e incorporar 40, 000 registros en la base de datos (35, 000 registros en una base de datos no estandarizada y los 5, 000 registros nuevos a ingresar).

Colección de Hongos. Como resultado de las investigaciones micológicas realizadas en la Sección de Hongos del Herbario XAL, de las exploraciones y de intercambios con diferentes colecciones de hongos nacionales y extranjeras, se dispone de más de 54, 000 ejemplares. De ellos, en la base de datos, sólo se han incorporado 10, 000 ejemplares de Veracruz, por lo que falta mucho que incorporar. Se planea incorporar 5, 000 ejemplares recolectados en Veracruz, así como de diversas entidades del país e inclusive especies importantes y críticas del extranjero, con el fin de que este material esté disponible para su consulta por los especialistas e interesados en este grupo de organismos.

Herbario del Centro Regional del Bajío (IEB). Se fundó en 1985 con la finalidad de resguardar y conservar las colecciones de plantas obtenidas durante la preparación de la Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Sus colecciones se han incrementado rápidamente gracias a la incorporación de los ejemplares colectados en el proyecto, así como por los procedentes del intercambio con otros herbarios y las donaciones, por lo que tiene una representación nacional, aunque mantiene mejor representación de plantas de los estados que forman el Bajío y del occidente de México.

Su acervo consta de 226, 775 ejemplares montados e intercalados, entre los que se encuentran 523 tipos nomenclaturales, lo que lo ubica como el cuarto herbario en importancia a nivel nacional.

La Xiloteca "Dr. Faustino Miranda" posee un acervo de de 1, 604 tablillas, que representan aproximadamente 400 géneros y 1, 000 especies de diversos países. De las 1, 604 tablillas, 570 están registradas para México. Incluye tablillas de 25 especies arbóreas que aparecen en la lista del CITES. Cabe señalar que la mayoría de las muestras que alberga la colección han sido obtenidas por donación e intercambio.

En México los estudios tecnológicos sobre la madera de las diferentes especies de árboles no se han desarrollado debido en gran parte, a que la información sobre las especies nacionales que han sido estudiadas está dispersa en diversas publicaciones, por lo que su consulta resulta inaccesible. Por tal motivo es necesario contar con fuentes de información confiables y que puedan estar disponibles para ser consultadas de una manera fácil y rápida.

Con este proyecto, se propone incrementar el acervo de nuestra xiloteca y disponer de la información con imágenes en alta resolución. El número de muestras o tablillas de madera que serán ingresadas a la base de datos existente será de 375 muestras, mismas que incluirán dos imágenes digitales por cada una de ellas.

Jardín Botánico "Francisco Javier Clavijero" (JBC). Este proyecto está dirigido a mejorar la calidad de las colecciones vivas del JBC, y registrar nuevos accesos desde el 1997 a la fecha (desde el término del proyecto B140). Se incorporará información de la Colección Nacional de Bambúes iniciado en 2003-2004, continuar con la creación de acervo fotográfico de las colecciones, cotejar y corregir coordenadas tanto de las colecciones ya registradas como de los nuevos accesos.

Se colocarán 500 microchips a plantas de las colecciones nacionales. En total se incorporarán en la base de datos 171 registros, más de 200 fotografías y se actualizarán las bases de datos ya existentes para dar de baja a los ejemplares muertos.

Colección Entomológica IEXA. La colección conserva un acervo de cerca de 210, 000 ejemplares de insectos mexicanos. Dicho acervo está dividido en seis secciones (Coleoptera Scarabaeoidea, Coleoptera diversa, Diptera, Odonata, Hemiptera y Hymenoptera Formicidae), cada una de ellas a cargo de un investigador especialista en esos grupos (los cuales participan solo Coleoptera Passalidae, Coleoptera Diversa, Odonata, Hemiptera e Hymenoptera Formicidae). Aproximadamente el 50% lo componen las secciones mencionadas. De acuerdo con los datos de colecciones científicas mexicanas (CONABIO 1998), la Colección Entomológica IEXA estaría considerada actualmente entre los cuatro acervos entomológicos más importantes de México, con base en su cobertura nacional, por el número de especímenes incorporados, por su nivel curatorial en los grupos taxonómicos bajo estudio, así como por el resguardo de material tipo. Sin embargo, en lo general la colección requiere de la identificación de numerosos ejemplares para incorporar sus registros en las bases de datos e igualmente requiere de normalizar la información de sus bases de datos. Se incorporarán a la base de datos más de 11, 000 registros de más de 26, 000 ejemplares.

-
- * 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.

Proyecto ME014 “Digitalización y sistematización de las Colecciones Biológicas del INECOL”

Convenio Núm. FB1773/ME014/15

Informe Final

Tipo de “Proyecto”: Computarización de Colecciones.

Producto a entregar: Bases de datos

Participantes:

Dr. Rodolfo Novelo Gutiérrez (Responsable del proyecto)
Dr. Sergio Avendaño Reyes (Corresponsable del proyecto)
MSI. Lamberto Aragón Axomulco (Técnico Especializado en Informática)

Curadores y Técnicos INECOL

Herbario XAL:

Dr. Sergio Avendaño Reyes – Plantas Vasculares. MDRS. Israel Acosta Rosado;
Colección Hongos:

Dr. Gastón Guzmán Huerta[†] – Macromicetos. Biól. Florencia Ramírez Guillén;
Colección IEXA:

Dr. Pedro Reyes Castillo[†] – Coleoptera: Passalidae.

Dr. Luis Manuel Cervantes Peredo[†] y M. C. Jezabel Báez Santacruz – Hemiptera.

Dr. Rodolfo Novelo Gutiérrez – Odonata. Dr. J. Antonio Gómez Anaya.

M. en C. Luis Leonardo Delgado Castillo – Coleoptera Diversa.

M. en C. Luis Nicéforo Quiroz Robledo – Hymenoptera: Formicidae.

Colección Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero:

Dr. Andrew P. Vovides – M. en C. Víctor Luna Monterrojo;

Xiloteca Dr. Faustino Miranda XALw:

Dr. Guillermo Ángeles –M.C. Fernando Ortega Escalona.

Herbario del Centro Regional del Bajío (IEB)

Dr. Sergio Zamudio Ruiz – Plantas Vasculares. Dra. Brenda Bedolla García.

Técnicos contratados

Herbario XAL:

Biól. Elisa Martínez López (Técnico para montaje de ejemplares – 6 meses)

Biól. Juan Martín Rivera Alarcón (Técnico-capturista – 24 meses)

Biól. María de Jesús Peralta Méndez (Técnico para normalización y georreferenciación – 6 meses)

Biól. Miguel Ángel Domínguez López (Técnico para normalización y georreferenciación – 24 meses).

Colección Hongos:

Dra. Dulce María Murrieta Hernández (Técnico-capturista y georreferenciación – 12 meses)

Xiloteca “Dr. Faustino Miranda”:

Biól. Carolina Madero Vega (Técnico para la captura de datos y de imágenes – 12 meses)

Jardín Botánico “Francisco Javier Clavijero”:

Biól. Natalia Aurora Pérez Ariza (Técnico para la captura de datos, toma de imágenes, elaboración de etiquetas, colocación microchips Jardín Botánico – 12 meses).

Colección Entomológica IEXA:

Biól. Valentín Martínez Cortés (Técnico-capturista y georreferenciación para Coleoptera Passalidae – 24 meses)

M. en C. Eder Mora Aguilar (Técnico-capturista y georreferenciación para Coleoptera Diversa – 24 meses)

Dr. Manuel R. Astudillo Aldana (Técnico-capturista y georreferenciación para Odonata – 24 meses)

Biól. Alejandra Balderas Gloria (Técnico-capturista y georreferenciación para Hemiptera – 24 meses)

Biól. Dora Luz Martínez Tlapa (Técnico-capturista y georreferenciación para Hymenoptera: Formicidae – 24 meses)

RESUMEN

La organización de la información contenida en los acervos biológicos es una acción fundamental para poner a disposición pública dicho conocimiento. El presente proyecto tuvo como objetivo principal digitalizar y sistematizar las colecciones biológicas del Instituto de Ecología, A.C. Para cuatro de ellas se utilizó la versión 5.0 del sistema de información Biótica: 1) Colección de Plantas Vasculares-Herbario XAL de la cual se montaron 13,700 ejemplares y se capturaron 13,500; se normalizaron datos y georreferenciaron las localidades sin coordenadas, incorporando un total de 53,386 registros en la base de datos; 2) Colección de Hongos XAL: Se incorporaron 5,000 ejemplares recolectados en Veracruz, así como de diversas entidades del país y de especies importantes y críticas del extranjero; 3) Xiloteca “Dr. Faustino Miranda”: Se ingresaron 376 muestras de tablillas de madera a la base de datos, incluyendo dos imágenes digitales por cada una de ellas, aportando un total de 1,002 imágenes incluidas aquellas de los ejemplares más importantes; 4) Colección Entomológica IEXA: Se incorporaron, normalizaron y georreferenciaron 11,704 registros a la base de datos, de ejemplares de 72 familias, 639 géneros y 1,675 especies de los órdenes Odonata, Hemipetra, Coleoptera e Hymenoptera, incluyendo 521 imágenes de alta resolución representativas de todos los grupos. Para la colección de plantas vivas del Jardín Botánico “Francisco Javier Clavijero” se utilizó BG-BASE y el software Revelation; se incorporaron en la base de datos 391 registros, se colocaron 500 microchips, se escanearon 215 imágenes, se tomaron 393 fotografías y se actualizaron las bases de datos ya existentes para dar de baja

a los ejemplares muertos. Del Herbario del Centro Regional del Bajío (IEB) sólo se migraron las bases ya existentes a la versión 5.0 de Biótica. Finalmente, se elaboraron páginas web para cada acervo.

INTRODUCCIÓN

Las colecciones biológicas son importantes porque contienen información del patrimonio natural de una determinada área, región o país y constituyen la materia prima para generar y validar conocimiento científico, del cual eventualmente se derivarán numerosos beneficios sociales. Los ejemplares que se resguardan en una colección científica adquieren un valor intrínseco único, debido a que los procesos involucrados en su conformación dependen del tiempo y el azar, por lo que son irrepetibles como fuentes de información (Cristín y Perrilliat 2011). Aunado a lo anterior, también es muy importante considerar el grado y la calidad de la curación que guardan estos acervos biológicos (Hughes *et al.* 2000), así como su catalogación y organización en bases de datos.

La vida y el desarrollo de los diferentes proyectos institucionales del INECOL han dependido en parte de las diversas colecciones biológicas que tiene a su resguardo. Estas se han beneficiado del apoyo tanto local como de otras instituciones como la CONABIO. En esta ocasión, se integró un proyecto diverso por su contenido, ya que estuvieron involucrados acervos de plantas, hongos, insectos y maderas. Sin duda alguna, toda fuente de financiamiento extra para las colecciones antes mencionadas será de gran ayuda para crecer tanto en cantidad como en calidad.

ANTECEDENTES

Colección de Plantas Vasculares del Herbario XAL. Fue fundada en 1975 en el Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), como apoyo al estudio de la Flora de Veracruz y de otras regiones tropicales de México, en particular de la región sureste. La colección de plantas vasculares tiene una amplia representación de la Flora de Veracruz, pero también es depositaria de ejemplares provenientes de otros estados del país, con un predominio de material procedente de Chiapas, Tabasco, y la Península de Yucatán. El acervo actual del herbario (plantas vasculares y musgos) es de 297,299 ejemplares, que representan a 314 familias y 19,282 especies. El Herbario XAL ha recibido apoyo de CONABIO para el desarrollo y manejo de las bases de datos a través del financiamiento de diversos proyectos; como resultado se han aportado 262,299 registros que actualmente están disponibles en el SNIB y la REMIB de los cuales un 85.5% está georreferenciado.

Colección de Hongos. Fue establecida en el Herbario del Instituto Nacional de Investigaciones de Recursos Bióticos (INIREB), durante el período 1981-1983. Dicha Colección llegó a tener en un principio 4,000 ejemplares, la mayoría macromicetos y Uredinales, los primeros del Cofre de Perote y alrededores de Xalapa, y con ejemplares donados por el Herbario ENCB de México, D.F., procedentes de Veracruz, Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Para 1985 esta Colección de Hongos contaba con más de 20,000 ejemplares. En 1988 la Colección pasó a formar parte de los acervos del Instituto de Ecología de Xalapa. Actualmente con presupuesto del Instituto de Ecología A.C., dicha Colección se ha seguido incrementando, y de los 35,000 especímenes que en 2003 albergaba ahora cuenta

con más de 54,000 ejemplares de Veracruz, recolectados en varias localidades de México y del extranjero.

Herbario IEB. Se fundó en 1985 con la finalidad de resguardar y conservar las colecciones de plantas obtenidas durante la preparación de la Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Su acervo actual consta de 226,775 ejemplares montados e intercalados, entre los que se encuentran 523 tipos nomenclaturales. Como requisito obligatorio, la información contenida en las etiquetas de todos los ejemplares de plantas mexicanas que se incorporan al herbario debe ser capturada en la base de datos, la que actualmente tiene cerca de 220,000 registros. Esta base está incorporada desde el año 2001. La formación de la base de datos ha sido apoyada por los proyectos de CONABIO F014, J097 y Q017, y su revisión y actualización mediante los proyectos FS002 y HA010.

Xiloteca XALw. En los últimos años, la Xiloteca Faustino Miranda (FM) ha permanecido inactiva por falta de presupuesto y personal dedicado a las tareas de mantenimiento, intercambio y operación. No obstante, la colección de maderas se mantiene desde su fundación en 1976. La colección consta aproximadamente de 1,604 tablillas, que representan aproximadamente 400 géneros y 1000 especies de diversos países. De las 1604 tablillas, 570 son de procedencia nacional. La Xiloteca FM cuenta también con una colección de laminillas permanentes de cortes histológicos de aproximadamente 80 diferentes especies de maderas producto de los estudios anatómicos realizados desde que fue establecida.

En el pasado, la colección ha recibido financiamiento de la CONABIO. A través de un proyecto se elaboró el catálogo general del acervo de la Xiloteca, también se integró la información general (nombres comunes, características exteriores de la corteza, distribución, usos) y la descripción anatómica de la madera de 92 especies. La base de datos de datos de la Xiloteca del que ya dispone la CONABIO, consta de 1,229 registros.

Actualmente se tiene material de aproximadamente 25 especies de árboles colectados por varios proyectos institucionales, cuyas muestras no se han ingresado a la Xiloteca. También se dispone de 350 muestras donadas, provenientes de especies nacionales y extranjeras, que deben ser ingresadas al acervo. En suma, hay que ingresar 375 muestras, más las 1,229 registradas, en conjunto harían 1,604 muestras. Además, se cuenta con la información de los caracteres anatómicos de 100 especies obtenida con el material recolectado por personal de INECOL. De 50 especies ya se cuenta con imágenes de las tablillas y de los cortes histológicos que ilustran la anatomía de su madera.

Jardín Botánico “Francisco Javier Clavijero”. Las colecciones del JBC consisten de ejemplares vivos, la mayoría de procedencia silvestre conocida con datos de colecta georreferenciada. Su control se lleva a cabo con el programa BG-Base y BG-Map. Las colecciones nacionales están en proceso de tener un microchip por ejemplar lo cual se detecta con una antena conectada a una computadora portátil Palm. La información del microchip se liga fácilmente a la base de datos de BG-Base. Las colecciones consisten de dos Colecciones nacionales; las cícadas (incluidas en la Norma Oficial 059), y los bambúes y una colección similar iniciada en 2007, la de las beaucarneas (incluidas en la Norma Oficial 059).

La base de datos del JBC se pasó de ficheros y libros de acceso al sistema computarizado con el apoyo del proyecto B140 (Actualización de las Bases de Datos de Colecciones, especies en peligro de extinción, colecta y propagación de germoplasma) 1995-1996. Se completaron las fichas técnicas con acervo fotográfico, mapas de distribución y bibliográfico

de las especies mexicanas de cícadas. Esto se hizo en gran parte en base de la Colección Nacional de Cycadas del JBC así como ejemplares de los herbarios importantes del país y del mundo sobre este grupo vegetal. El apoyo financiero de este proyecto fue del CONABIO DK008 (Base de datos de cícadas mexicanas) 2005-2009. El proyecto GE004 (2008–2011) (Códigos de barras moleculares (DNA barcoding) en especies mexicanas del género *Zamia*.) se lograron los códigos de barras de especies de *Dioon* y *Ceratozamia*.

Otro proyecto vigente sobre la Colección Nacional de Bambúes es el Código de barras de los bambúes mexicanas HB004 basado sobre la colección de bambúes.

Colección Entomológica IEXA. La colección IEXA reúne cerca de 210,000 ejemplares de insectos mexicanos, las secciones Coleoptera Passalidae, Coleoptera Diversa, Diptera, Odonata, Hemiptera e Hymenoptera-Formicidae representan alrededor del 50% del total.

Durante 1997 la colección IEXA recibió apoyo de la CONABIO para su acondicionamiento básico general, y dicho acervo se ha relacionado con proyectos apoyados por la Conabio en 1993 (P134), 1997 (K005), 2002 (V055), 2004 (AA014), 2009 (GT035) en los cuales se han generado bases de datos. En 2002 la colección se reubicó en un espacio suficiente para reunir hasta un millón de ejemplares, pero no del todo adecuado para la conservación a largo plazo, por lo cual, en 2014, se trasladó a sus actuales y nuevas instalaciones donde opera en condiciones óptimas incluyendo un sistema de compactadores.

De acuerdo con los datos de colecciones científicas mexicanas (CONABIO 1998), la Colección Entomológica IEXA está considerada actualmente entre los cuatro acervos entomológicos más importantes de México, con base en su cobertura nacional, por el número de especímenes incorporados, por su nivel curatorial en los grupos taxonómicos bajo estudio, así como por el resguardo de material tipo. Sin embargo, en lo general la colección requiere de la identificación de numerosos ejemplares para incorporar sus registros en las bases de datos e igualmente requiere de normalizar la información en las mismas.

OBJETIVOS

El presente proyecto tuvo como objetivo general la digitalización y sistematización de las bases de datos de las colecciones del Instituto de Ecología, A.C., mediante la incorporación, normalización, georreferenciación y registro de los datos contenidos en los ejemplares de dichos acervos.

Colección de Plantas Vasculares - Herbario XAL.

Montaje de 5,000 y capturar 5,000 ejemplares; normalizar datos, georreferenciar las localidades sin coordenadas e incorporar 40,000 registros en la base de datos (35,000 registros en una base de datos no estandarizada y los 5,000 registros nuevos a ingresar a la colección). Con la ampliación del proyecto el compromiso fue montar otros 8,700 ejemplares y capturar 8,500 registros.

Colección de Hongos.

Incorporar 5,000 ejemplares recolectados en Veracruz, así como de diversas entidades del país e inclusive especies importantes y críticas del extranjero, con el fin de que este material esté disponible para su consulta por los especialistas e interesados en este grupo de organismos.

Herbario del Centro Regional del Bajío (IEB). Actualizar el Sistema Biótica a la versión 5.0 que ya cuenta aproximadamente con 220,000 registros de la Flora del Bajío y Regiones Adyacentes.

Xiloteca “Dr. Faustino Miranda”

Incrementar el acervo de la Xiloteca y disponer de la información con imágenes en alta resolución. Ingresar 375 muestras o tablillas de madera a la base de datos existente incluyendo dos imágenes digitales por cada una de ellas.

Jardín Botánico “Francisco Javier Clavijero” (JBC).

Mejorar la calidad de las colecciones vivas del JBC; incorporar información de la Colección Nacional de Bambúes iniciado en 2003–2004; continuar con la creación de acervo fotográfico de las colecciones; cotejar y corregir coordenadas tanto de las colecciones ya registradas como de los nuevos accesos; colocar 500 microchips a plantas de las colecciones nacionales. Incorporar en la base de datos 171 registros, más de 200 fotografías y actualizar las bases de datos ya existentes para dar de baja a los ejemplares muertos.

Colección Entomológica IEXA.

Identificar numerosos ejemplares; incorporar 11,000 registros de más de 26,000 ejemplares en las bases de datos; normalizar la información de las bases de datos ya existentes. Digitalizar 500 imágenes incluyendo material tipo.

MÉTODOS

Los responsables del proyecto, con apoyo de los curadores o encargados de las colecciones, supervisaron las actividades curatoriales, coordinaron reuniones trimestrales con los responsables de cada colección, así como con los responsables de la toma de fotografías y de la unidad de informática para conocer los avances de cada colección.

Cada investigador se encargó de realizar y supervisar las tareas curatoriales de la colección a su cargo, así como de seleccionar los ejemplares para la toma de fotografías. Las fotografías se vincularon a las bases de datos. Se contó con el apoyo de un responsable de la unidad de informática y 10 técnicos que realizaron las labores de captura de datos, y que apoyaron en las tareas de integración, migración o recaptura de datos en cada una de las bases de datos de las colecciones, así como montaje de ejemplares. El responsable de la unidad de informática supervisó la calidad de los datos definiendo controles institucionales para cada conjunto de datos por colección, así como los resguardos de cada base de datos y sus archivos asociados. Asimismo, brindó la capacitación necesaria y realizó el monitoreo permanente en la entrada de datos, generando reportes mensuales respecto de la captura e incremento de registros capturados por colección, para detectar posibles errores o inconsistencias y corregir la información, con la finalidad de entregar a la Conabio las bases de datos depuradas cada seis meses como lo indicaba el cronograma de entrega de bases de datos. El responsable de la unidad de informática realizó un viaje para la evaluación de la calidad de la captura en el INECOL, Bajío.

La sección de plantas del Herbario XAL desarrolló el proyecto en dos años y once meses considerando la ampliación del proyecto, la Colección de Entomología IEXA en dos años, mientras que la colección de Hongos XAL, la Xiloteca y el Jardín Botánico procesaron

la información durante doce meses. Con el apoyo del personal de la Conabio, se implementaron las páginas web de todas las colecciones. Para las bases de cinco de las colecciones se utilizó la versión 5.0 del sistema de información Biótica y el manejador de la base de datos MS Access. Para la base de datos del Jardín Botánico se utilizó BG-BASE y el software Revelation.

Colección de Plantas Vasculares (XAL).

- Los ejemplares botánicos se fijaron en cartulina bristol (peso 110 Kg) con pegamento, hilo y tela adhesiva especial; se sellaron y se les colocó la etiqueta impresa correspondiente.
- Los nuevos registros se capturaron, normalizaron y georreferenciaron. Los 35,000 registros ya existentes en las bases de datos se actualizaron, georreferenciaron y homogeneizaron para adecuarlos a BIOTICA 5.0, lo que incluyó la estandarización de nombres científicos, uniformación de nombres de localidades, así como de los grupos y nombres completos de personas (colectores y determinadores); se ubicaron los sitios de colecta y se normalizó la información adicional de las etiquetas, relacionándolos con los catálogos disponibles de CONABIO. Finalmente, se georreferenciaron los ejemplares que carecían de estos datos en las etiquetas de campo, para lo cual se tomó como referencia la base de datos de INEGI (2010).
- Para la corrección de los nombres científicos se utilizaron los catálogos de autoridades de CONABIO, TROPICOS (Missouri Botanical Garden) y el International Plant Names Index (IPNI); se consultó la bibliografía disponible (revistas especializadas, floras, monografías) y para algunos casos se consultó con especialistas en diferentes grupos de plantas.

Colección de Hongos.

- Para el montaje, los ejemplares se colocaron en cajas de cartón de diferentes tamaños y algunos en bolsas de polietileno. Para cada uno de ellos se anexaron los datos morfológicos y de los sitios de recolecta.
- Los nuevos registros se capturaron y georreferenciaron.
- Cuando la georreferenciación no estuvo incluida en la etiqueta de campo, se tomó la información de la base de datos de localidades y municipios de INEGI (2010).
- Para la actualización de los nombres científicos, se utilizaron los catálogos de autoridades taxonómicas de la CONABIO, las base de datos de IndexFungorum(CABI, CBS y LandcareResearch) y el Mycobank; se consultó la bibliografía disponible (revistas especializadas, floras o microbiotas, monografías) y para algunos casos se consultó con especialistas en diferentes grupos de hongos, nacionales y extranjeros.

Herbario IEB

- Debido a dificultades técnicas, la CONABIO hizo la migración de las bases al sistema de información BIOTICA 5.0.

Xiloteca Dr. Faustino Miranda

- Para la captura de información e imágenes, inicialmente se seleccionaron, recortaron, ordenaron y etiquetaron las muestras de madera para obtener material de buena calidad.
- La información de las muestras de madera se capturó en la base de datos.
- Mediante el uso de un escáner, se obtuvieron dos imágenes en alta resolución de cada una de las muestras, agregando imágenes de los ejemplares más importantes.

Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero

- Se cotejaron y corrigieron las coordenadas de 171 ejemplares de 130 especies ingresadas desde 1997, así como las adicionales que ingresaron durante el año de duración de este proyecto.
- Se depuró la información de la base de datos BG-Base de 1997, y se cotejaron y corrigieron coordenadas.
- Se creó un archivo fotográfico que se anexó a la base de datos.
- Se homogenizaron los nombres científicos, autores y colectores de acuerdo con los catálogos de autoridades de la CONABIO, TROPICOS (Missouri Botanical Garden) y el International Plant Names Index (IPNI)
- Se colocaron microchips a ejemplares de las colecciones nacionales.

Colección Entomológica IEXA.

- Para la captura de la información en BIOTICA 5.0, se dio prioridad a los especímenes que no habían sido capturados en ninguna base de datos.
- Los ejemplares de las Secciones Coleoptera-Passalidae, Coleoptera Diversa, Odonata, Hemiptera e Hymenoptera-Formicidae, que no contaban con la información de coordenadas geográficas, se georreferenciaron con la ayuda de BIOTICA, Google Earth e INEGI.
- Se actualizaron los catálogos taxonómicos cuando fue necesario.
- Los especímenes que requirieron determinación se identificaron con la ayuda de claves especializadas por parte de los curadores responsables de cada sección.
- A cada ejemplar se le asignó una etiqueta de identidad individual adjunta a las etiquetas con sus datos de colecta, así como las generadas con la base de datos.
- Se invitó a reconocidos especialistas para apoyar y en su caso validar la identificación de algunos ejemplares (principalmente en algunos grupos de Coleoptera e Hemiptera). Los nombres científicos de los diferentes grupos se validaron según varios catálogos y listados especializados para cada grupo.
- Se obtuvieron imágenes digitales de alta definición de especímenes de interés primario, incluyendo algunos de material tipo (holotipos y paratipos), asociados a un listado en Excel.

Descripción del área de estudio

Debido a que todas las colecciones participantes son de interés para una amplia gama de investigadores a nivel mundial, se incluyeron ejemplares de intercambio para que sus datos fueran capturados en la base de datos correspondiente, dando preferencia a los ejemplares recolectados en México. Por lo tanto, el área de estudio es principalmente nacional con algunos ejemplares de otros países, principalmente de Centro y Sudamérica.

RESULTADOS

Se obtuvo un total de 70,869 nuevos registros que quedaron actualizados, normalizados y georreferenciados en la versión 5.0 del sistema de información BIOTICA de la CONABIO. En todas las bases de datos se normalizaron las entidades: Nombre, Grupo, Persona y GrupoPersona.

Por otra parte, se generó un total de 1,738 imágenes asociadas a diversos ejemplares cuyos datos quedaron registrados en las distintas bases y se montaron 13,700 ejemplares de herbario.

A continuación, se proporciona los detalles de los indicadores de éxito para cada una de las colecciones biológicas incluidas en este proyecto, así como la infraestructura adquirida.

1. Indicadores de Éxito.

1.1 Plantas vasculares-Herbario XAL

Actividades	% de éxito
Montaje de 13,700 ejemplares y captura de 13,500 registros	100
Se normalizaron y georreferenciaron 53,386 registros	
Comprometidos originalmente y con la ampliación del Proyecto 48,500 registros	+100

Se montaron 13,700 ejemplares y se capturaron 13,500 registros en la base de datos Herbario XAL, la cual contiene 272 familias, 2,301 géneros, 10,655 especies más infraespecies y 11 híbridos. La información de las colectas registradas proviene de 32 países, 211 estados, 1,972 municipios, 19,118 localidades y 20,412 sitios.

1.2 Colección HongosXAL

Actividades	% de éxito
Montaje de 5,000 ejemplares	100
Captura, normalización y georreferenciación de 5,012 registros. Comprometidos originalmente: 5,000 registros	+100
Elaboración de página web	100

Se montaron 5,000 ejemplares y se capturaron y georreferenciaron 5,012 registros en la base de datos Hongos XAL. Esta base contiene 62 familias, 183 géneros, 575 especies más infraespecies. Las colectas se realizaron en: México, 23 estados, 157 municipios, 433 localidades y 393 sitios.

1.3 Herbario IEB

Actividades	% de éxito
Se solicitó a la CONABIO la migración de las Bases de Datos y la actualización a Biótica 5.0	100
Elaboración de página web	100

1.4 Xiloteca “Dr. Faustino Miranda” XALw

Actividades	% de éxito
Captura, normalización y georreferenciación de 376 registros	+100
Escaneo de 1,002 imágenes	100
Registros comprometidos originalmente: 375	
Elaboración de página web	100

Se capturaron 376 registros en la base de datos XilotecaXALw que contiene 63 familias, 104 géneros, 255 especies más infraespecies. Las colectas se realizaron en: México, 4 estados, 18 municipios, 433 localidades y 146 sitios.

1.5 Jardín Botánico “Francisco Javier Clavijero”

Actividades	% de éxito
Captura, normalización y georreferenciación de 391 registros	229
Registros comprometidos originalmente: 171	
Imágenes escaneadas: 215	+100
Colocación de 200 microchips y elaboración y colocación de 500 etiquetas	100
Elaboración de página web	100

Se capturaron 391 registros en la base de datos Jardín Botánico, que contiene 14 familias, 46 géneros, 120 especies más infraespecies. Las colectas se realizaron en: México, 16 estados, 60 municipios y 82 localidades.

1.6 Colección Entomológica IEXA

Actividades	% de éxito
Captura, normalización y georreferenciación de 2,012 registros de Coleoptera-Passalidae. Comprometidos: 2,000	+100
Captura, normalización y georreferenciación de 2,048 registros de Odonata. Comprometidos: 2,000	+100
Captura, normalización y georreferenciación de 2,104 registros de Coleoptera Diversa. Comprometidos: 2,100	+100
Captura, normalización y georreferenciación de 3,500 registros de Hemiptera. Comprometidos: 3,500	100
Captura, normalización y georreferenciación de 2,040 registros de Hymenoptera-Formicidae. Comprometidos: 2,000	+100

Se capturaron 11,704 registros en la base de datos C_EntomologicaIEXA de 11,600 comprometidos (101%), que contiene 72 familias de 42 comprometidas (171%), 639 géneros y 1,675 especies más infraespecies de 1,116 comprometidas (147%). De igual modo, se capturaron y georreferenciaron 2,345 localidades de 1,685 comprometidas (165%) y se obtuvieron 521 imágenes de alta resolución de 500 comprometidas.

A continuación, se da el desglose por grupo de insectos:

Actividades	% de éxito
Coleoptera Diversa. Comprometidas: 40 familias; capturadas: 56	140
Comprometidas: 520 especies; capturadas: 672	129
Comprometidas: 200 localidades; capturadas: 512	256
Odonata. Comprometidas: 96 especies; capturadas: 172	179
Comprometidas: 85 localidades; capturadas: 214	252
Hemiptera. Comprometidas: 400 especies; capturadas: 392	98
Comprometidas: 1,200 localidades; capturadas: 952	79
Hymenoptera-Formicidae. Comprometidas: 100 especies; capturadas: 262	262
Comprometidas: 200 localidades; capturadas: 265	133
Coleoptera-Passalidae. Comprometidas: S/N	100

Actividades	% de éxito
Formación de bases de imágenes de alta resolución. Comprometidas: 500; obtenidas: 519. Tipos: 49 (12 holotipos, 1 alotipo, 36 paratipos)	+100
Coleoptera-Passalidae: 78 imágenes	100
Coleoptera Diversa: 100 imágenes	100
Odonata: 152 imágenes	100
Hemiptera: 101 imágenes	100
Hymenoptera-Formicidae: 88 imágenes	100
Elaboración de página web	100

2. Infraestructura adquirida

2.1 Equipo comprado por el Fideicomiso Fondo para la Biodiversidad y donado al INECOL:

- 9 computadoras DELL AMD Athlon II X2 (B26) distribuidas de la siguiente manera: 3 para el HerbarioXAL, 1 para Hongos, 1 para Xiloteca y 4 para IEXA.
- 1 computadora DELL Optiplex 3040 asignada al HerbarioXAL.
- 1 impresora láser monocroma DELL 2350 asignada al HerbarioXAL.
- 1 escáner de alta resolución asignado a la Xiloteca.
- 1 GPS Mobile Mapper 6, 500 microchips y el Software ArcGis v. 10 asignados al Jardín Botánico.

2.2 Equipo comprado por el INECOL mediante el proyecto apoyado por la CONABIO:

- Microscopio compuesto marca Leica modelo DMI000 para luz transmitida con cámara digital a color marca Leica modelo ICC50 E, asignado a la colección de Hongos.
- Microscopio estereoscópico SMZ25 marca Nikon, que incluye programa de análisis de imágenes NIS Elements AR marca Nikon, cámara digital a color DS-Fi2-U3 de alta resolución (5 millones de píxeles) marca Nikon y computadora de alto rendimiento con procesador Core i7, asignado al Laboratorio de Entomología (IEXA).

Mobiliario

- 102 cajas entomológicas para la colección IEXA (pago parcial pendiente de liquidar con el último depósito de la CONABIO).

Otros

- 40 placas para etiquetado 60x60 para el Jardín Botánico.

DISCUSIÓN

El número original de registros comprometidos para este proyecto era de 57,146 y con la ampliación del proyecto en el Herbario XAL se registraron 8,500 más, dando un total de 65,646 registros. Sin embargo, esta cifra se superó con un total de 70,869 nuevos registros, con lo que se tuvo un excedente de 5,223 registros. Por otra parte, el número original de imágenes comprometidas era de 1,700, lográndose un total de 1,738 imágenes, con un excedente de 38 imágenes.

Como se puede observar en los resultados, en el 80% de las bases se logró un excedente de registros, en algunos casos, como el del Jardín Botánico, alcanzó hasta un 229% de éxito. En lo que concierne a la Colección Entomológica IEXA, este excedente está más

centrado en los órdenes Odonata, Coleoptera-Diversa e Hymenoptera-Formicidae, en donde no sólo se rebasó por mucho el número original de registros, sino también el de especies, familias y localidades. Desafortunadamente, en el caso de Hemiptera hubo un número ligeramente inferior a los registros comprometidos, principalmente en el número de localidades, debido al lamentable deceso del investigador que estaría a cargo de este grupo. No obstante, con la invaluable ayuda de una de sus estudiantes de grado, se logró sacar adelante la mayor información de lo que obraba en archivos y en la colección.

En lo referente a las páginas web de cada colección se decidió, en acuerdo con la CONABIO, que el INECOL proporcionará las ligas de cada acervo que remitirán directamente al servidor de la CONABIO, donde estarán disponibles los datos de cada base. Esto se debió a que los servidores del INECOL no tienen el espacio y capacidad para administrar toda la información generada por el proyecto.

En lo que a la infraestructura concierne, se consiguió la mayor parte del equipamiento previsto, salvo la compra de un microscopio destinado al Herbario XAL debido a circunstancias fuera de nuestro alcance. Sin embargo, el presupuesto asignado se reorientó a continuar con la captura de más registros para este acervo, previo acuerdo y autorización de la CONABIO, por lo que el proyecto continuó vigente hasta diciembre de 2018.

CONCLUSIONES

1. Se digitalizaron y sistematizaron las bases de datos de las colecciones del Instituto de Ecología, A.C.
2. La información de las bases de datos de las colecciones de Plantas del Herbario XAL, Herbario IEB, Hongos XAL, Xiloteca y Colección Entomológica IEXA se actualizó a la versión 5.0 del sistema de información BIOTICA de la CONABIO.
3. La información de la base de datos del Jardín Botánico “Francisco Javier Clavijero” reside en BG-Base y BG-Map, cuyos ejemplares vivos ahora son monitoreables mediante microchips.
4. Se integró una base con 1,738 imágenes de alta resolución a los acervos de las colecciones de la Xiloteca, Jardín Botánico e IEXA.
5. Los datos contenidos en cada una de las bases de las colecciones biológicas del INECOL estarán accesibles mediante una página web cuya liga remitirá al servidor de la CONABIO.
6. Gracias al apoyo de la CONABIO, ahora el INECOL dispone de mayor equipamiento para el manejo de la información de las bases de datos de las colecciones científicas y la producción de imágenes de alta resolución.
7. La publicación de los resultados de cada base de datos se dará de la siguiente manera:

Herbario XAL:

Avendaño Reyes, S., I. Acosta Rosado, L. Aragón Axomulco y R. Novelo Gutiérrez, 2017. Digitalización y sistematización de las colecciones biológicas del INECOL. Instituto de Ecología, A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO_HerbarioXAL. Proyecto No. ME014. Ciudad de México.

Hongos XAL:

Ramírez Guillén, F., I. Acosta Rosado, L. Aragón Axomulco, S. Avendaño Reyes y R. Novelo Gutiérrez, 2017. Digitalización y sistematización de las colecciones biológicas del INECOL. Instituto de Ecología, A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO_Hongos. Proyecto No. ME014. Ciudad de México.

Xiloteca “Dr. Faustino Miranda”:

Ortega Escalona, F., L. Aragón Axomulco, S. Avendaño Reyes y R. Novelo Gutiérrez, 2017. Digitalización y sistematización de las colecciones biológicas del INECOL. Instituto de Ecología, A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO_Xiloteca. Proyecto No. ME014. Ciudad de México.

Jardín Botánico “Francisco Javier Clavijero”:

Vovides Papalouka, A., V.E. Luna Monterrojo, L. Aragón Axomulco, S. Avendaño Reyes y R. Novelo Gutiérrez, 2017. Digitalización y sistematización de las colecciones biológicas del INECOL. Instituto de Ecología, A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO_Jardín Botánico. Proyecto No. ME014. Ciudad de México.

Colección Entomológica IEXA:

Delgado Castillo, L.L., L. Aragón Axomulco, R. Novelo Gutiérrez y S. Avendaño Reyes, 2017. Digitalización y sistematización de las colecciones biológicas del INECOL. Instituto de Ecología, A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO_Coleoptera Diversa. Proyecto No. ME014. Ciudad de México.

Reyes Castillo, P., L. Aragón Axomulco, R. Novelo Gutiérrez y S. Avendaño Reyes, 2017. Digitalización y sistematización de las colecciones biológicas del INECOL. Instituto de Ecología, A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO_Coleoptera-Passalidae. Proyecto No. ME014. Ciudad de México.

Quiroz Robledo, L.N., L. Aragón Axomulco, R. Novelo Gutiérrez y S. Avendaño Reyes, 2017. Digitalización y sistematización de las colecciones biológicas del INECOL. Instituto de Ecología, A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO_Hymenoptera-Formicidae. Proyecto No. ME014. Ciudad de México.

Báez Santacruz, J., L. Aragón Axomulco, R. Novelo Gutiérrez y S. Avendaño Reyes, 2017. Digitalización y sistematización de las colecciones biológicas del INECOL. Instituto de Ecología, A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO_Hemiptera. Proyecto No. ME014. Ciudad de México.

Novelo Gutiérrez, R., L. Aragón Axomulco y S. Avendaño Reyes, 2017. Digitalización y sistematización de las colecciones biológicas del INECOL. Instituto de Ecología, A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO_Odonata. Proyecto No. ME014. Ciudad de México.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bridges, C.A. 1991. *Catalogue of the Family-group, Genus-group and Species-group names of the Odonata of the World*. Published privately, Urbana, Illinois, USA.
- Bolton, B. 1995. *Un nuevo catálogo general de las hormigas del mundo*. Harvard University Press, Cambridge, USA, 504 pp.
- Bolton, B. 2003. Synopsis and classification of Formicidae. *Memoirs of the American Entomological Institute* 71:1-370.
- Bolton, B., Alpert, G., Ward, P.S., and Naskrecki, P. 2006. *Bolton's catalogue of ants of the world: 1758-2005*. Harvard University Press, Cambridge, USA.
- Bouchard, P., Bousquet, Y., Davies, A.E., Alonso-Zarazaga, M.A., Lawrence, J.F., Lyal, C.H.C., Newton, A.F., Reid, C.A.M., Schmitt, M., Ślipiński, S.A., and Smith, A.B.T. 2011. Family-groups names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys* 88: 1-972.
- Boucher S. 2005. Évolution et phylogénie des coléoptères Passalidae (Scarabaeoidea). *Annales de la Société Entomologique de France (N. S.)*. 41(3-4): 237-604.
- Burt-Utley, K. 2012. Contributions toward a revision of *Hechtia* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) II. New and Networthy *Hechtia* species from Oaxaca, México. *Phytoneuron* 69: 1-14.
- Calonge, F.D., Guzmán, G., Ramírez-Guillén, F. & Gándara, E. 2007. Adiciones al catálogo de Gasteromycetes de México, con referencia especial a los géneros *Blumenavia* y *Tulostoma*. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 31: 151-155.
- Cortés-Pérez, J. A. 2011. Diversidad del género *Scleroderma* Pers. emed. Fr. (Fungi, Basidiomycotina, Sclerodermatales) en Veracruz. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Pp. 78.
- Cristín, A. y Perrillat, M.C. 2011. Las colecciones científicas y la protección del patrimonio paleontológico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 63(3): 421-427.
- Dean, E.A. 2014. Two New Species of *Lycianthes* Series Tricolores from Eastern México. *Phytoneuron* 42:1-6
- Delgado L. & Mora-Aguilar E. F. 2014. *Proculus reyescastilloi* Delgado and Mora-Aguilar (Coleoptera: Passalidae: Proculini): A New Species from the Region of Chimalapas, Oaxaca, Mexico. *The Coleopterists Bulletin* 68(1): 91-94.
- Gándara, E. & Ramírez-Cruz, V. 2005. El género *Hohenbuehelia* (Basidiomycotina, Agaricales, Tricholomataceae) en Veracruz. *Revista Mexicana de Micología* 21: 29-37.

- García-Mendoza, A.J. & Chávez-Rendón, C. 2013. *Agave kavandivi* (Agavaceae: grupo Striatae), una especie nueva de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 1070-1076.
- Guzmán, G., Jacobs, J., Ramírez-Guillén, F., Murrieta, D. & Gándara, E. 2005. The Taxonomy of *Psilocybe fagicola* Complex. *The Journal of Microbiology* 43 (2): 158-165.
- Henry, T. J. & Froeschner, R. C. 1988. *Catalog of the Heteroptera, or True Bugs, of Canada and the Continental United States*. E. J. Brill, New York, USA, 958 pp.
- Hincks, W. D., et Dibb, J.R. 1935. *Fam. Passalidae. Coleopterorum Catalogus*, auspiciis el auxilio W. Junk editus a s. Schenkling, Pars 142: W. Junk's-Gravenhage.
- Hincks, W.D., et Dibb, J.R. 1958. *Passalidae. Coleopterorum Catalogus Supplementa*, edita a W. D. Hincks Pars 142, Uitgeverij Or. W. Junk's-Gravenhage.
- Hughes, N.C., Collier, F.J., Kluessendorf, J., Lipps, J., Taylor, W.L., White, R.D., 2000. Fossil invertebrate and microfossil collections: Kinds, uses and users, pp. 25-35. *En: White, R.D. & Allmon, W.D. (eds.), Guidelines of the management and curation of invertebrate fossil collections: Boulder, Colorado, U.S.A.* The Paleontological Society Special Publications 10.
- Jiménez-Ferbans, L. & Reyes-Castillo, P. 2014. Phylogeny, biogeography and description of *Ameripassalus*, a new Mesoamerican genus of Passalidae (Coleoptera). *Invertebrate systematics* 28(2): 124-144.
- Novelo-Gutiérrez, R., Canul-Gonzalez, O. & Camal-Mex, J. 1988. Los odonatos del estado de Quintana Roo, México (Insecta: Odonata). *Folia Entomológica Mexicana* 74: 13-68.
- Ortiz-Rodríguez, A.E., Hernández, H.M. & Pérez-Farrera, M.A. 2015. *Calliandra bifoliata* (Leguminosae, Mimosoideae), a new species from Chiapas, México, with notes on *C. brenesii*, *C. grandifolia*, and *C. laevis*. *Brittonia* 67(3): 175-179.
- Ramos-Álvarez, C.H. & Diego-Pérez, N. 2002. Una especie nueva de *Fuirena* (Cyperaceae) del estado de Campeche (México). *Acta Botánica Mexicana* 58: 51-55.
- Reyes-Castillo, P. & Chamé-Vázquez E. R. 2014. Nueva especie mexicana de *Pseudacanthus* Kaup (Coleoptera: Passalidae). *Dugesiana* 21(2): 175-178.
- Schuh, R.T. & Slater, J.A. 1995. *True bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera). Classification and Natural History*. Cornell University Press. Ithaca, USA, 337 pp.
- Sierra, S. 2000. *Estudio taxonómico y monográfico del orden Dacrymycetales (Fungi) en México*. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. Pp. 144.

Vovides, A.P., Avendaño-Reyes, S., Pérez-Farrera, M.Á. & Stevenson, D.W. 2012. What is *Ceratozamia brevifrons* (Zamiaceae)? *Brittonia* 64(1): 38.