

PROTOCOLOS PARA LA PRESERVACIÓN Y MANEJO DE COLECCIONES BIOLÓGICAS*

Diana Paola Mesa Ramírez¹

Resumen

En este trabajo se realiza una recopilación de los principales protocolos para la preservación y manejo de las colecciones biológicas teniendo en cuenta la preservación preventiva como una herramienta para disminuir el deterioro que se presenta en las colecciones. Además se recopila de forma general los conceptos básicos en colecciones biológicas, incluyendo procedimientos, recomendaciones y sistema general de manejo y administración de colecciones o museos de historia natural con el fin de establecer metodologías que integren de manera particular la preservación y manejo de las diferentes colecciones biológicas. Este proceso se realizó con base en la recopilación y revisión de información actualizada y entrevistas realizadas a personal con experiencia en la preservación y manejo de colecciones. Adicionalmente, como complemento para la elaboración de los protocolos se realizó la práctica y aplicación de cada uno de los procedimientos en las instalaciones de el Instituto Alexander von Humboldt (IiAvH) aplicando las diferentes etapas que comprenden este proceso, como son: ingreso, cuarentena, forma de preservación, catalogación, etiquetado, sistematización, determinación taxonómica, depósito o almacenamiento y manejo general de las colecciones biológicas.

Palabras clave

Protocolo, conservación de colecciones biológicas, preservación preventiva, deterioro, manejo de colecciones biológicas.

Abstract

PROTOCOLS FOR THE PRESERVATION AND HANDLING OF BIOLOGICAL COLLECTIONS

This work includes a compilation of the main protocols for the preservation and handling of biological collections considering preventive preservation as a tool for diminishing the deterioration seen in the collections. In addition, the basic concepts in biological collections, including procedures, recommendations and general system of handling and administration of collections or natural history museums are accumulated, with the aim of establishing methodologies that integrate, in a particular manner, the preservation and handling of the different biological collections. This process was carried out with basis on the compilation, revision of updated information and interviews done with the experienced

* Recibido el 1 agosto de 2006, aceptado el 29 de septiembre de 2006.

¹ Bióloga. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC E-mail: diamesa@gmail.com

personnel of preservation and handling of collections. Additionally, as a complement for the elaboration of the protocols, the practice and application of each of the procedures was carried out in the facilities of the Alexander von Humboldt Institute (IiAvH in Spanish), applying the different stages necessary for this process: entrance, quarantine, preservation manner, cataloguing, labeling, systematization, taxonomic determination, deposit or storage and general handling of the biological collections.

Key words

Protocol, conservation of biological collections, preventive preservation, deterioration, handling of biological collections.

INTRODUCCIÓN

Las colecciones biológicas representan el patrimonio natural de un país o región, constituyen un archivo histórico natural de utilidad múltiple donde la preservación de especímenes y su información asociada son la base de estudios taxonómicos, sistemáticos, ecológicos, filogenéticos, biogeográficos, de genética de poblaciones y conservación formando parte fundamental en el conocimiento de la diversidad biológica y en el avance de las ciencias biológicas (TOBAR, 2002). Así, las colecciones biológicas son los depositarios de la biodiversidad, entendida como la riqueza, abundancia y variabilidad de todas las especies, comunidades y los procesos ecológicos y evolutivos que ocurren dentro de las mismas (The Wildlife Society, 1993 citado en PÁEZ, 2004).

Las colecciones biológicas sirven no solo para la comunidad científica, también han sido muy beneficiosas para la sociedad desempeñando un papel vital en aspectos de salud humana (vectores de enfermedades, estudio de patógenos) y monitoreo de cambios ambientales (como bioindicadores de contaminación, seguimiento a estos contaminantes ambientales y en el análisis del cambio climático global); además, permiten que el estudio de estos aspectos sea más accesible y refutable (STUEBING, 1998 citado en PÁEZ, 2004).

Actualmente las colecciones biológicas afrontan problemas de deterioro causado por agentes de diversa índole, tanto en los ejemplares como en los materiales utilizados para su preservación y montaje. El deterioro en las colecciones se presenta de manera natural pero se incrementa en gran medida por el uso de técnicas inadecuadas en el manejo de los ejemplares y el descuido en su ambiente de almacenamiento, esto reduce la vida útil de los mismos y limita la conservación de las colecciones.

Es fundamental formular estrategias ante la necesidad de alternativas que contribuyan a que el deterioro sea el mínimo posible; sin embargo, el

conocimiento acerca de la preservación y manejo de colecciones biológicas en nuestro país es aún bastante limitado, por lo cual este trabajo pretende subsanar en cierta medida la falta de información, contribuir en la generación de bases teórico-prácticas para la adecuada preservación de los ejemplares biológicos, suministrar una fuente de consulta para cualquier colección biológica y por ende contribuir en la protección de nuestro patrimonio histórico natural.

Preservación preventiva

Dada la importancia que tienen las colecciones biológicas para la comunidad científica y para la sociedad en general, es necesario garantizar la conservación satisfactoria de cada uno de los ejemplares, los cuales deben ser transmitidos a generaciones futuras en el mejor estado de conservación posible teniendo en cuenta los conocimientos y recursos actuales (Concejo Internacional de Museos, ICOM); por esto, en las últimas décadas los aspectos relacionados con la conservación se han convertido en una parte esencial en la gestión de las colecciones (VARGAS, 2002).

El término conservación se refiere al mantenimiento de cada ejemplar y sus datos de tal forma que se preserve tanto como sea posible su composición original durante un periodo de tiempo lo suficientemente prolongado para aprovechar al máximo su vida útil (SIMMONS, 2002). Esto comprende los planes y prácticas específicas relativas a su protección frente al deterioro, incluyendo los métodos y técnicas a utilizar por el personal (GIRÓN, 1988). En consecuencia, se ha desarrollado el concepto de preservación preventiva bajo la premisa: "es más fácil prevenir el deterioro que arreglarlo una vez éste ha ocurrido" (CATO, 1991).

La preservación hace referencia a todas aquellas acciones asociadas con el mantenimiento de los ejemplares, encaminadas a su cuidado y conservación (GIRÓN, 1988); por esto, la preservación preventiva se crea como una estrategia constituida por un conjunto de acciones que se desarrollan para hacer que el deterioro sea el mínimo posible. Se trata de acciones muy diversas que pueden aplicarse en la exhibición, almacenamiento, manipulación, limpieza, embalaje y transporte de ejemplares o de colecciones completas, e incluso puede tratarse del manejo del lugar donde se encuentran almacenadas y la formación del personal.

La preservación de las colecciones debe ser un proyecto institucional diseñado de acuerdo a las características de cada colección, durante el cual se deben tener en cuenta las siguientes etapas: sensibilización, identificación-evaluación, diagnóstico y documentación, adquisición de recursos (económicos, humanos y técnicos) y seguimiento.

Sistema de manejo y administración

“Una colección que no es manejada profesionalmente tiene un valor limitado” (CATO, 1991). Indudablemente, la adecuada conservación y crecimiento de una colección están determinados por el buen manejo y administración que se le dé; el cual a su vez, depende de la comunicación entre todo el personal incluyendo directivos, investigadores, técnicos y auxiliares; además de su formación y experiencia para que se cumpla de la mejor forma el objetivo común que es la preservación de las colecciones. Cualquier decisión y procedimiento encaminado al cuidado y correcta preservación de los ejemplares que albergan las colecciones biológicas, son importantes para asegurar la calidad de los mismos y su conservación para las futuras generaciones (RODRÍGUEZ & ROJAS, 1998).

Estructura organizacional del personal

La asignación y el número del personal dependen del tamaño e infraestructura de cada colección, su misión, objetivos institucionales y del presupuesto con que cuente la institución. Es muy importante contar con un personal bien formado y calificado especialmente aquellas personas encargadas de la dirección y/o administración. El manejo de una colección requiere capacitación, formación universitaria, técnica o profesional adecuada y permanente, para entender completamente los aspectos relacionados con las condiciones de trabajo, limitaciones y consecuencias de cualquier decisión y/o acción que pueda realizar o recomendar. Además debe haber un diálogo cooperativo entre el personal encargado y los usuarios de la colección para asegurar que todos los aspectos de manejo, preservación y uso sean considerados antes de llevarse a cabo y así desempeñar su papel en el funcionamiento y protección del patrimonio histórico natural (ICOM).

Monitoreo de estado de las colecciones (Índice de salud)

A nivel mundial las colecciones biológicas afrontan dificultades en cuanto a recursos humanos y logísticos; por lo cual, es necesario crear e implementar estrategias que permitan hacer viable su conservación. Para esto, MCGINGLEY (1993) propuso un índice que permite monitorear y evaluar la gestión de colecciones entomológicas; el cual puede ser ajustado para ser utilizado en las diferentes colecciones existentes.

Deterioro en las colecciones

El deterioro en las colecciones biológicas es considerado como cualquier cambio indeseable en las propiedades de los materiales, que afectan las características de los ejemplares (VAILLANT & VALENTÍN, 1996). Todos los materiales que componen los objetos presentan un deterioro o envejecimiento natural; con el paso del tiempo los ejemplares y todos los materiales están sometidos a procesos de naturaleza física, química y biológica (biodeterioro).

El deterioro se incrementa en las colecciones al someterlas a manejo inadecuado durante la manipulación, mantenimiento y actividades de almacenamiento, exhibición, embalaje y transporte. Adicionalmente puede estar asociado a restauraciones inadecuadas, así como a condiciones ambientales no aptas para la preservación de las colecciones o favorables para la presencia de agentes biológicos que pueden deteriorar los ejemplares (PÉREZ *et al.*, 1998). Los accidentes y desastres que se originen en el inmueble también constituyen una causa de deterioro en las colecciones; por esto se debe estar preparado para evitarlos o tomar medidas que disminuyan sus efectos en caso de que se presenten (PÉREZ *et al.*, 1998).

Agentes deteriorantes

El deterioro de las colecciones se puede producir por agentes específicos, intrínsecos o extrínsecos a las colecciones y su uso; entre los cuales están agentes físicos (negligencia, accidentes o desastres y condiciones ambientales inadecuadas como humedad, temperatura e iluminación incorrectas), agentes biológicos o biodeterioro (alteraciones producidas por bacterias, mohos u hongos, insectos, aves, roedores o vegetación), agentes químicos como algunos insecticidas o fungicidas, adhesivos, productos de limpieza, sustancias preservantes o fijadoras, colorantes para preparaciones histológicas o sustancias utilizadas para la preparación de pieles y adicionalmente el medio ambiente atmosférico y contaminantes. Así, las colecciones se verán afectadas de diferente forma según la naturaleza de los materiales depositados en ellas y por tanto las rutinas de control serán diferentes (BARRERIRO *et al.*, 1994).

Etapas para la preservación de ejemplares

Durante el proceso de preservación de los ejemplares en una colección biológica se deben tener en cuenta una serie de etapas que garanticen su adecuada preservación, manejo y procesos que determinan su uso futuro. Entre estas etapas se encuentran el ingreso de ejemplares, cuarentena,

preservación, etiquetado, catalogación, sistematización, determinación o identificación taxonómica y almacenamiento.

- **Ingreso:** Los métodos y técnicas de preservación dependen del uso posterior al que se destine el ejemplar, al grupo al que pertenezca o a su condición de ingreso, es decir, si el ejemplar se encuentra vivo, congelado o preservado en fluido; si es un esqueleto o piel; si se encuentra húmedo o seco e incluso si se encuentra en fase de descomposición.

Es fundamental tener en cuenta algunas condiciones de ingreso en el momento de la llegada del ejemplar con el fin de garantizar la calidad de los mismos y de sus datos asociados, además de otros aspectos importantes en cuanto a su manejo y preparación. Estas condiciones deben ser impuestas por los directivos e investigadores de cada colección de acuerdo a su criterio; algunas se nombran a continuación:

- Los ejemplares que van a ingresar a la colección deben presentar las características que permitan su identificación taxonómica, además de sus datos asociados, entre los cuales se deben encontrar como mínimo: localidad completa, fecha de colecta, y colector, para realizar su registro en la colección; es de anotar que entre más datos posea el ejemplar más valor científico adquiere.

- Todos los ejemplares al ingresar en la colección deben someterse a revisión previa y a un proceso de cuarentena, con el fin de controlar el desarrollo y proliferación de agentes biodeteriorantes en la colección.

- Las características morfológicas y todos los procedimientos realizados en el ejemplar deben ser consignados en una libreta o etiqueta provisional; en la cual, se debe especificar el número de colector para evitar que alguna parte del ejemplar pierda su información asociada que posteriormente deberá ser incluida en el catálogo y en las etiquetas definitivas.

- Los ejemplares que no son montados inmediatamente después de su colecta deben refrigerarse hasta el momento de la realización del montaje definitivo.

- **Cuarentena:** La cuarentena es un proceso de aislamiento preventivo al que deben someterse todos los ejemplares a ingresar en una colección o al ser reincorporados tras un préstamo o una consulta. Este proceso consiste en congelar los ejemplares a una temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas para controlar el desarrollo de agentes biodeteriorantes y evitar su proliferación en la colección.

- **Preservación:** Este proceso consiste en preparar ejemplares

biológicos en las debidas condiciones para que la forma y posición de sus órganos se conserven de la manera más parecida a cuando estaban vivos; se debe tener especial cuidado en la realización de este proceso debido a que el valor y uso de un ejemplar depende en gran medida del cuidado con el que se realice; un ejemplar mal preservado probablemente terminará desechándose (KATINAS, 2001). De acuerdo al uso que se dará a los ejemplares, las colecciones biológicas pueden ser preservadas en fluidos, en seco, como tinciones o colecciones criogénicas; la realización de estos procedimientos depende del grupo al que pertenezca cada ejemplar (BARRERIRO *et al.*, 1994).

- **Etiquetado:** Las etiquetas contienen la información que se conozca acerca de cada ejemplar y son parte fundamental de la identidad del registro biológico; esta es una etapa muy importante, pues es allí donde se adjunta al ejemplar la información que llevará permanentemente, sin la cual, pierde todo su valor. Es fundamental anexar cualquier tipo de información que pueda ser importante para futuros estudios que se realicen con este ejemplar, a partir de la cual, se pueden generar innumerables investigaciones lo que incrementa en gran medida el valor científico del espécimen (WHEELER *et al.*, 2001).

- **Catalogación:** El proceso de catalogación consiste en asignar a cada ejemplar que ingresa en la colección un número único consecutivo de acuerdo a los registros existentes; el cual se conoce como el número de catálogo y va acompañado del acrónimo de la colección. Este número representa la identidad del registro biológico y permite acceder a la totalidad de datos que se conozcan acerca de cada ejemplar, por lo cual, en ningún caso debe ser reasignado a otro ejemplar.

- **Sistematización:** El proceso de sistematización consiste en anexar la totalidad de información que se conozca acerca de cada ejemplar en la base de datos de la colección. Esto se realiza con el fin de proporcionar una herramienta útil para el manejo de la información, obtener datos específicos y actuales de cada ejemplar y agilizar la consulta de las colecciones; de tal forma que se encuentre al servicio no sólo de los investigadores asociados sino también para el público general interesado en los registros biológicos.

- Al finalizar el proceso, los ejemplares sistematizados se marcan e incluyen en los archivadores de la colección, según el orden establecido. Se recomienda que este procedimiento sea realizado por una persona que tenga conocimientos tanto en el área de sistemas (bases de datos) como en el área de la biología, sistemática o taxonomía, para evitar errores en el ingreso de la información.

- **Determinación taxonómica:** Consiste en asignar al ejemplar una

categoría taxonómica hasta el nivel más específico posible. Para este proceso por lo general es necesario utilizar, instrumentos ópticos (estereomicroscopio), de disección y bibliografía especializada (claves taxonómicas, de diagnóstico, o descripciones originales de los taxa e incluso datos de distribución (HENAO E., com. pers.). Este proceso debe realizarse por profesionales especializados en cada grupo. La determinación de los ejemplares generalmente se realiza por los curadores o encargados de cada colección; sin embargo, existe otra alternativa la cual es enviar los ejemplares junto con su información asociada, en calidad de préstamo, donación o canje a otras colecciones o a especialistas en los diferentes grupos tanto nacionales como extranjeros, quienes posteriormente retornan las determinaciones. Adicionalmente, se puede utilizar la información que se encuentra disponible en las bases de datos de *Internet* de algunas colecciones (RODRÍGUEZ & ROJAS, 2002).

Depósito o almacenamiento: Una vez realizados los procesos anteriormente descritos, los ejemplares deben ser almacenados en un lugar dedicado única y exclusivamente para esta función. El espacio dedicado a la permanencia de las colecciones ocupará uno o varios salones debidamente identificados, los cuales a su vez tendrán archivadores numerados según los criterios de cada colección, de tal forma que se pueda identificar el sitio donde se encuentra cada ejemplar y localizarlo o extraerlo rápido y fácilmente.

El sitio de reserva o almacenamiento es un elemento fundamental en la conservación de las colecciones; se debe tener en cuenta que en este sitio los ejemplares están en espera de ser tratados, no abandonados; (BARRERIRO *et al.*, 1994), por esta razón, se deben tener en cuenta las condiciones generales y específicas de cada ejemplar y los materiales que lo componen; además de las condiciones ambientales generales, las cuales deben mantenerse controladas para evitar causar deterioro. Se recomienda que los ejemplares tipo sean almacenados en archivadores separados de la colección general con el fin de protegerlos en caso de accidentes, desastres u otros factores de riesgo que puedan presentarse.

PROTOCOLOS PARA LA PRESERVACIÓN DE EJEMPLARES BIOLÓGICOS

1. Protocolo para la toma y preservación de muestras de tejidos

Introducción

El objetivo principal de las colecciones de tejidos es almacenar material

biológico del cual se puedan extraer moléculas útiles como ADN, ARN, proteínas o enzimas para su análisis e investigación, mediante el uso de técnicas moleculares. Conservar la integridad de estas moléculas es el principal interés de los diferentes métodos de obtención (toma de muestras), preservación y transporte de tejido biológico con fines de investigación.

Procedimientos para la colecta de muestras

La preservación del tejido es un proceso que se inicia desde el momento de su colecta; para esto, existen métodos específicos de acuerdo a la clase de espécimen. En lo posible, un colector de muestras con fines moleculares debe estar capacitado en la toma de las mismas y tener los reactivos e instrumentos necesarios para esto.

Es necesario establecer condiciones de almacenamiento *ex situ* que garanticen la integridad de los tejidos por tiempo indefinido. Para evitar la degradación del ADN, las muestras no deben estar expuestas al calor, el tejido no debe presentar procesos de descomposición y el pH debe ser estable. En términos generales, la mejor manera de evitar todos los factores que causan deterioro del ADN es el frío; de las diferentes opciones de refrigeración, el nitrógeno líquido es la mejor, porque proporciona una temperatura aproximada de -160 °C en la cual no hay actividad biológica que degrade los tejidos (PALACIO, citado en Villareal *et al.* 2004).

Según los parámetros expresados por PALACIO & VILLAFANE (s. f.) a continuación se describen algunos procedimientos breves para la colecta dependiendo del tipo de tejido a muestrear:

-Plantas: Para colectar muestras de tejido vegetal en el trópico, lo mejor es utilizar una técnica de desecación con silica gel. Generalmente se toma tejido foliar del individuo vivo (lo más fresco posible), libre de epifitas y patógenos que puedan contaminar la muestra y sin nervadura central. Las hojas se cortan en fragmentos de aproximadamente 1 cm para facilitar y garantizar una rápida deshidratación, es fundamental realizar esta deshidratación por desecación con silica gel dentro de las próximas 12 horas después de colectar las muestras con el fin de neutralizar las ADNasas; para esto los trozos de hoja se depositan en una bolsa plástica de cierre hermético que contenga 50 g de silica gel; el aire y la humedad deben ser retirados de la bolsa y ésta debe cerrarse correctamente.

En este caso se deben almacenar las muestras en un lugar seco y oscuro durante la deshidratación. Para esto se debe cambiar la silica gel con frecuencia debido a que ésta suele hidratarse rápidamente.

-Vertebrados e invertebrados no artrópodos: Casi cualquier tipo de tejido de vertebrados es útil para la extracción de ADN, los mejores resultados se han obtenido con sangre, hígado, músculo, piel, corazón y cerebro; la elección depende del tipo de acceso que se tenga al individuo. La cantidad de la muestra puede variar entre 1 y 5 g (PALACIO, citado en Villareal *et al.* 2004). El procedimiento para la toma de muestra de tejido para vertebrados es el siguiente:

Tome el cuerpo del ejemplar sin pelo o plumas y realice una incisión a través de la pared muscular en la línea media ventral y corte una muestra no menor a 5 mm de corazón, hígado y riñón del ejemplar; tome también una muestra de músculo del mismo tamaño, preferiblemente de la pierna del ejemplar. Transfiera las muestras a tubos plásticos de 3 ml los cuales deben contener tres terceras partes de solución de lisis (0,1 M de tris, 0,1 M de EDTA, 0,01 M de NaCl y 0,5% de SDS); esta solución debe cubrir el tejido. Si al momento de tomar las muestras no cuenta con esta solución puede utilizar provisionalmente alcohol etílico entre el 70 y el 90%.

Es importante limpiar muy bien los instrumentos al cambiar de individuo utilizando agua y jabón o alcohol etílico y mechero, se deben utilizar guantes y/o pinzas al manipular las muestras para evitar la contaminación con células humanas o microorganismos.

-Invertebrados: En el caso de invertebrados existe la posibilidad de conservar sus tejidos en seco o en líquido y dependiendo del tamaño del ejemplar se puede almacenar completo o parte de éste. Si el medio preservante es silica gel la proporción de silica es de 10:1 es decir que para 5 g de individuos o partes de ellos pueden ser conservados en tubos que contengan 50 g de silica gel.

Para estados inmaduros el método más apropiado es la colecta en alcohol etílico al 70%, también se pueden preservar en este medio individuos maduros. En lo posible se deben refrigerar las muestras colectadas en alcohol etílico mientras son enviadas a un banco de tejidos.

En todos los casos es necesario tener en cuenta algunas recomendaciones como: un tubo o bolsa debe contener muestra de un único individuo. El valor de la muestra está directamente relacionado con la cantidad de información asociada al ejemplar al cual pertenece, por esto debe ser consignada en una libreta de campo y se deben marcar muy bien los recipientes que contengan el tejido. Los métodos anteriormente descritos ofrecen condiciones temporales de estabilidad, sin embargo es necesario enviar a la mayor brevedad posible las muestras para que sean

debidamente tratadas en un banco de tejidos donde dispongan de instalaciones adecuadas para la conservación a largo plazo.

Colecta de muestras biológicas en nitrógeno líquido

Las colectas en nitrógeno líquido pueden aplicarse para todos los grupos biológicos y no es necesaria la utilización de buffer de colecta ni alcohol etílico. Para esto es necesario almacenar la muestra en un tubo (criovial), marcarlo debidamente con marcador indeleble y depositarlo en un contenedor de nitrógeno líquido, finalmente se debe transportar a un banco de tejidos para proceder a su curaduría y preservación indefinida.

2. Protocolo para la preservación de ejemplares de la colección botánica

Los ejemplares botánicos generalmente son preservados en seco. Para realizar una adecuada preservación y manejo de plantas vasculares se sugiere el siguiente procedimiento:

Secado de ejemplares

El proceso de secado se lleva a cabo con el fin de dar forma a los ejemplares y facilitar su montaje. Previo a este proceso es fundamental organizar las hojas de los ejemplares de tal forma que se observe el haz en unas hojas y el envés en otras, además de sus estructuras reproductivas. El ejemplar debe ocupar un área no mayor a 28 x 40 cm, tamaño estándar utilizado en los herbarios a nivel mundial (BACON, 2005); si sobrepasa este tamaño, se deben doblar sus hojas cuidadosamente hacia adentro. Para el caso de los tallos es recomendable doblarlos en forma de 'V' o 'N' en lugar de curvarlos para evitar deterioro o pérdida de alguna de sus estructuras (MISSOURI BOTANICAL GARDEN, 2005).

Los ejemplares deben ser prensados adecuadamente para facilitar el secado; para esto se recomienda realizar paquetes de aproximadamente 30 cm de alto como se muestra en la Figura 1.

- a. Lámina de cartón de 28 x 40 cm y 5 mm de espesor aproximadamente.
- b. Lámina de aluminio corrugado de 28 x 40 cm y 2 mm de espesor.
- c. Lámina de papel secante de 28 x 40 cm.
- d. Ejemplar botánico dentro de papel periódico.
- e. Lámina de papel secante.
- f. Lámina de aluminio corrugado.

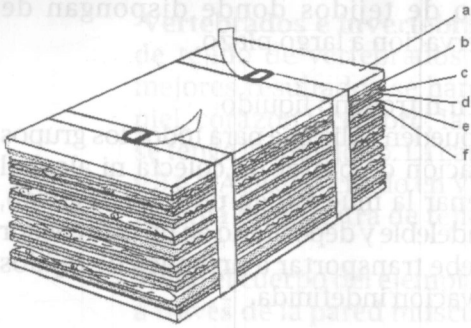


Fig 1. Modelo de paquete para el proceso de secado de ejemplares botánicos (modificado de KATINAS, 2001).

Los paquetes son llevados posteriormente a deshidratación; para esto se recomienda utilizar un horno de convección y cubierta en acero inoxidable que garantice eficiencia y rapidez en el secado.

Separación de duplicados para canje

Los duplicados de los ejemplares botánicos debidamente etiquetados y embalados son distribuidos a herbarios registrados en el registro nacional de colecciones biológicas (Resolución número 1115 del 1 de noviembre de 2000 del MAVDT, en: www.minambiente.gov.co), dando prioridad al herbario de la región donde fueron colectados o según los convenios existentes en cada proyecto de investigación. Los ejemplares seleccionados para canje deben ser fértiles y estar determinados preferiblemente a nivel de especie.

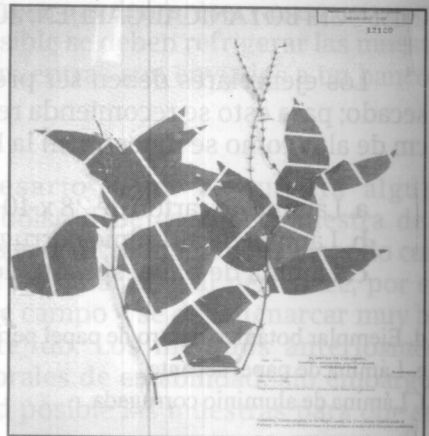
Montaje de ejemplares

El montaje de ejemplares botánicos consiste en fijar la planta seca a un soporte de tal forma que se observen sus características principales y facilite su preservación y organización dentro de los archivadores o contenedores de la colección (Figura 2). El procedimiento para el montaje de ejemplares botánicos se describe rigurosamente en MESA & BERNAL (2006) donde se recomienda principalmente el uso de materiales libres de ácido.

Fig 2. Montaje botánico terminado.

Etiquetado de ejemplares

Se recomienda que las etiquetas sean elaboradas en papel blanco libre de ácido, de 75 g/m², con un tamaño aproximado de 9 x 11 cm; la información escrita en letra tipo Arial, tamaño 9, estilo normal, con tinta negra e impresión en láser. Cada etiqueta debe contener como mínimo la información



de los campos que se nombran a continuación (SUÁREZ-MAYORGA *et al.*, 2005):

Título de la etiqueta, acrónimo, número de catálogo (número consecutivo que se asigna a cada ejemplar al ingresar a la colección botánica de acuerdo a los registros existentes), familia, género o especie, autor de la especie, determinador, fecha de determinación, caracteres descritos en campo (información acerca de caracteres que se pierden luego de la colecta del ejemplar, por lo general son: hábito, altura, exudados, CAP, corteza, olor, color y medidas de las diferentes estructuras), localidad, hábitat, coordenadas geográficas, altitud, colector(es), número de colector (número consecutivo de acuerdo a las colectas realizadas por cada colector), fecha de colecta, nombre del proyecto (nombre del proyecto de investigación dentro del cual fueron colectados los ejemplares) y número de duplicados.

Catalogación y sistematización de ejemplares

Al finalizar cada montaje se coloca un sello con el acrónimo y número de catálogo correspondiente en el extremo superior derecho del soporte; adicionalmente esta información se consigna junto con todos los datos que se conozcan acerca del ejemplar en el libro de registro conocido como catálogo. Se recomienda que el catálogo de la colección botánica contenga la siguiente información: acrónimo y número de catálogo, identificación taxonómica, localidad, coordenadas geográficas (grados, segundos y minutos), altitud (m), colector, número de colector, fecha de colecta: dd (#)/mmm (tres primeras letras)/aaaa(#), determinador, fecha de determinación: dd (#)/mmm (tres primeras letras)/aaaa(#), hábitat y caracteres descritos en campo. Finalmente se realiza el proceso de sistematización en la base de datos del herbario.

Depósito o almacenamiento de ejemplares en la colección

Los ejemplares deben ser almacenados en la colección en carpetas de 42 x 30 cm, elaboradas en papel blanco libre de ácido, de 300 ó 320 g/m² con el fin de proteger los ejemplares de posible deterioro causado por abrasión, rasgaduras o desprendimientos durante su depósito o manipulación (Figura 3a). Cada carpeta debe estar marcada con una etiqueta que indique la información de los ejemplares que contiene, como son: nombre del herbario, familia y género o especie a la cual pertenecen los ejemplares. Posteriormente las carpetas son almacenadas en archivadores rodantes metálicos que pueden ser organizados según las propuestas sistemáticas o filogenéticas, de acuerdo con los criterios empleados por cada colección (Figura 3b).

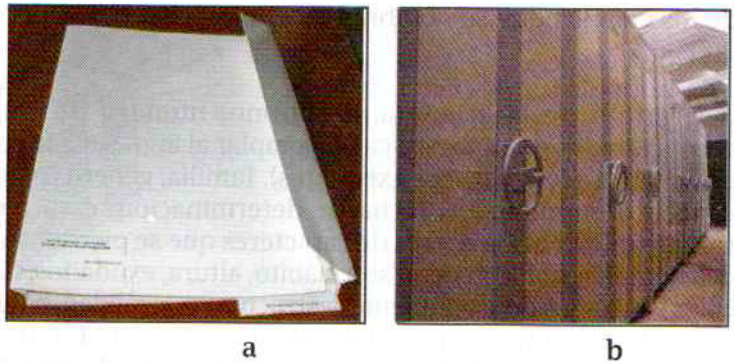


Figura 3. Almacenamiento de ejemplares botánicos. a: Carpeta utilizada para almacenar los ejemplares dentro de los compactadores; b: Archivadores rodantes o compactadores utilizados en el herbario FMB.

1. Protocolo para la preservación de ejemplares de las colecciones ictiológicas y herpetológicas

Los ejemplares ictiológicos y herpetológicos se pueden preservar tanto en seco como en líquido. Para la adecuada preservación de ejemplares ictiológicos y herpetológicos se recomienda el procedimiento que se describe a continuación:

Preservación de ejemplares en líquido

La mayoría de ejemplares ictiológicos y herpetológicos son preservados en un medio líquido incluyendo los huevos para el caso de reptiles, para esto es necesario realizar previamente la fijación de tejidos en los ejemplares. El proceso de fijación consiste en sumergir los ejemplares en formol al 10% durante 7 a 10 días de acuerdo al tamaño del ejemplar. Adicionalmente, en el caso de los ejemplares grandes, es necesario inyectar formol al 10% directamente en la cavidad visceral o realizar una incisión a la derecha de la línea ventral del cuerpo y en los músculos mayores para permitir la penetración del fijador y facilitar la preservación de los órganos internos (Figura 4).



Fig 4. Ejemplares ictiológicos preservados en líquido.

Al finalizar el proceso, el alcohol etílico debe cubrir totalmente el ejemplar para evitar su deterioro; adicionalmente es necesario medir periódicamente la concentración de alcohol etílico con un alcoholímetro para verificar que ésta sea del 75%.

Tinción de huesos y cartílagos de peces y anfibios

La tinción es un procedimiento empleado para reconocer las estructuras de los ejemplares que posteriormente sirven en los procesos de identificación y para ello, existen diferentes métodos. MESA & BERNAL (2006), traducen y describen el procedimiento para tinción de huesos y cartílagos de peces y anfibios de acuerdo con las pautas dadas por TAYLOR & VAN DYKE (1985).

Preservación en seco

Los ejemplares ictiológicos y herpetológicos pueden ser preservados en seco como cráneos y esqueletos (Figura 5); para esto es fundamental realizar una limpieza adecuada de los ejemplares con el fin de evitar su posterior deterioro.

Para realizar este procedimiento existen diferentes metodologías, entre las cuales se encuentran la limpieza directa, digestión de carne por bacterias, cocción de carne con agua caliente y limpieza por colonias de dermatófitos. Los métodos para limpiar huesos dependen del número de ejemplares, de su tamaño, edad y condición; según el caso, se debe utilizar el método más apropiado que se ajuste a las necesidades del investigador. Las principales técnicas empleadas para la limpieza de cráneos y esqueletos son la limpieza por cocción y la limpieza con colonias de escarabajos dermatófitos (MESA & BERNAL, 2006).



Fig 5. Ejemplares herpetológicos preservados en seco.

Catalogación y sistematización de ejemplares

Se recomienda que el catálogo de la colección ictiológica y herpetológica contenga la misma información que tiene la colección botánica, teniendo en

cuenta adicionar nombre común o vernáculo, el número de ejemplares transparentados o esqueletizados (si se realizó este proceso) y el método de captura. Se debe incluir toda esta información en la base de datos de la colección.

Etiquetado de ejemplares

Las etiquetas para los ejemplares preservados en seco pueden ser elaboradas en papel libre de ácido, de 190 a 220 g/m², color blanco, con un tamaño aproximado de 10 x 7 cm. La información escrita en letra tipo Arial, tamaño 8, estilo normal o regular, con tinta negra e impresión en láser o escritas a mano con letra imprenta utilizando un rapidógrafo con tinta china para evitar la pérdida de la información.

En el caso de los ejemplares en líquido, se recomienda que las etiquetas sean elaboradas en poliéster, con tinta negra e impresión en transferencia térmica para evitar su deterioro y garantizar su preservación en el tiempo (BENTLEY, 2004) y con tamaño aproximado de 10 x 7 cm; si este procedimiento no es posible realizarlo, entonces las etiquetas deben ser escritas a mano, con rapidógrafo de tinta china y en papel pergamino de 90 g/m² y letra legible.

Cada etiqueta debe contener como mínimo la información requerida para los anteriores protocolos como son: título de la etiqueta, acrónimo, número de catálogo, orden, familia, género o especie, etc., incluyendo información adicional como número de ejemplares (número de ejemplares que corresponden a un mismo lote o registro) y comentarios como tipo de arte de pesca, hora, hábitat; además especifique si se depositaron muestras óseas, tejidos u otra observación adicional acerca del ejemplar colectado.

Depósito o almacenamiento de ejemplares en la colección

Para el almacenamiento de ejemplares preservados en seco como cráneos y esqueletos se recomienda guardarlos en cajas elaboradas en papel libre de ácido, de 300 a 320 g/m², con base amortiguante de jumbolón en su interior que consiste en una espuma formada por celdas de resinas de polietileno de baja densidad, el cual se caracteriza por su baja transferencia de calor, control de temperaturas, impermeabilización y baja toxicidad. También pueden ser almacenados en bolsas plásticas transparentes calibre 4, con cierre hermético o sellado por medio de calor, las cuales posteriormente son almacenadas en archivadores rodantes metálicos (Figura 6).



Fig 6. Almacenamiento de ejemplares ictiológicos y herpetológicos.

1. Protocolo para la preservación de ejemplares de la colección ornitológica

Los ejemplares ornitológicos se pueden preservar tanto en seco como en líquido; adicionalmente se toman muestras de contenidos estomacales para estudios de dietas u otros y se realiza la colecta de ectoparásitos para complementar el estudio del ejemplar. Para la preservación de ejemplares ornitológicos se recomienda el siguiente procedimiento:

Procedimientos previos a la preservación

La información de medidas y características del ejemplar generalmente se encuentra consignada en las notas de campo o en la etiqueta provisional; sin embargo, si no se tiene esta información se deben realizar algunos procedimientos previos a la preservación del ejemplar como son descongelación (si es necesario), colecta de ectoparásitos y descripción de características.

Descripción de características morfológicas del ejemplar

La descripción de las características morfológicas del ejemplar facilita los procesos de identificación taxonómica y hacen parte del registro biológico; por esto, se recomienda previo al proceso de preparación tomar datos cualitativos como peso, sexo, edad, estado reproductivo, estado del plumaje (fresco, gastado o regular), muda del plumaje (este atributo puede tener diferentes valores de acuerdo con su presencia y ubicación), coloración de las partes blandas o suaves, y además medidas morfométricas como: o culmen total (longitud del pico), rictus (ancho del pico), altura del pico, longitud de la cola, longitud del tarso, longitud del ala, tamaño de las gónadas (largo y ancho), coloración de las gónadas, estado de osificación del cráneo (osificado, no

osificado o semiosificado), cantidad de grasa subcutánea (sin grasa, poca, abundante o muy abundante). Estos datos se explican y se describen con detalle en VILLAREAL *et al.* (2004) y MESA & BERNAL, (2006).

Preservación de ejemplares en seco

-Preparación de pieles: La mayoría de las aves son preservadas como pieles de estudio; para esto es necesario llevar a cabo procedimientos tales como la remoción de la piel, relleno y sutura, arreglo del plumaje y del aspecto general del ejemplar, procedimientos descritos en VILLAREAL *et al.* (2004) y MESA & BERNAL (2006).

-Preparación de cráneos y esqueletos: En el proceso de preparación de cráneos y esqueletos de aves es fundamental realizar una limpieza adecuada como se nombró en el protocolo para la preservación en seco de ejemplares de ictiológicos y herpetológicos.

-Preservación de contenidos estomacales: Analizar los contenidos estomacales de los organismos colectados es una herramienta útil para realizar estudios sobre dietas y relaciones tróficas de las especies de una comunidad. El método para ejemplares ornitológicos fue adaptado por SERVAT (1993) a partir de una técnica utilizada en micropaleontología, y consiste en montar cada tipo de fragmento encontrado en el contenido estomacal en una lámina portaobjetos, a cada fragmento se le asigna un código que relacione la identificación del fragmento y la especie por la que fue consumida VILLAREAL *et al.* (2004). Este método puede ser utilizado en todo tipo de vertebrados para preservar regurgitados y excrementos.

Preservación de ejemplares en líquido

La preservación de aves en un medio líquido puede realizarse para cuerpos completos y cuerpos sin piel. El procedimiento general es igual al descrito en el protocolo para preservación en líquido de ejemplares ictiológicos y herpetológicos.

Catalogación y sistematización de ejemplares

Se recomienda seguir los pasos descritos para los demás protocolos enunciados incluyendo la descripción del ejemplar; sin embargo toda la información se consigna en una base de datos exclusiva para los ejemplares ornitológicos.

Etiquetado de ejemplares

Las etiquetas para los ejemplares ornitológicos pueden ser elaboradas de igual forma que las etiquetas de la colección herpetológica, con un tamaño aproximado de 9 x 3 cm para pieles; 6 x 3 cm para cráneos y esqueletos en ejemplares preservados en seco y 10 x 7 cm para ejemplares preservados en líquido. Las etiquetas se atan a la pata derecha del ejemplar con hilo blanco 100% algodón. Cada etiqueta debe contener como mínimo la información de los campos que se nombran a continuación:

Información registrada en el anverso de la etiqueta: título de la etiqueta, acrónimo, número de catálogo, determinación taxonómica, sexo del ejemplar [macho (B&), hembra (@&), o indeterminado (ind ó ?)], localidad, hábitat, coordenadas geográficas, altitud (m), colector (es), número de colector, fecha de colecta.

Información registrada en el reverso de la etiqueta: peso, tamaño y coloración de las gónadas, coloración de las partes blandas o suaves, estado de osificación del cráneo, cantidad de grasa subcutánea, contenido estomacal, método de captura, muestra de tejidos (indicar si se tomaron muestras de tejidos y de qué órganos fueron tomadas, además, es necesario anotar el medio en el cual fue colectado el tejido y el lugar donde se encuentran almacenados), comentarios (incluye cualquier otra información que sea útil para el estudio del ejemplar como la presencia de ectoparásitos, si se guardaron muestras óseas u otra observación adicional).

Depósito o almacenamiento de ejemplares en la colección

Las pieles se almacenan en cajas elaboradas en papel blanco libre de ácido, de 320 g/m², para evitar deterioro por abrasión se recomienda que estas cajas tengan una base amortiguante en su interior como en jumbolón de 3 mm de grosor.

Para el almacenamiento de cráneos y huesos desarticulados se recomienda guardarlos como se describe en el protocolo para ejemplares ictiológicos y herpetológicos, los cuales posteriormente se almacenan en archivadores rodantes metálicos.

2. Protocolo para la preservación de ejemplares de la colección oológica

Los ejemplares oológicos deben ser preservados sin su contenido debido a que éste se descompone y la presión de gases internos causa la explosión del huevo (KIFF, 1989). Para la adecuada preservación de ejemplares

oológicos se sugiere el siguiente procedimiento:

Procedimientos previos a la preservación

Si no se tiene la información referente al ejemplar en la libreta de campo o etiqueta provisional, se debe realizar la descripción de las características morfológicas del ejemplar previo al proceso de preparación.

Descripción de características morfológicas del ejemplar

La descripción de las características morfológicas del ejemplar facilita los procesos de identificación taxonómica y hacen parte del registro biológico, por esto, se recomienda tomar datos como peso, medidas de largo y ancho (Figura 7) y descripción: color, manchas o puntos.

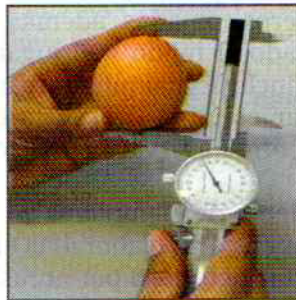


Fig 7. Toma de medidas en ejemplares oológicos.

Preservación de ejemplares

La preservación adecuada de los ejemplares oológicos consiste básicamente en realizar una prueba para conocer el estado de incubación en el que se encuentra el ejemplar, la determinación del estado de incubación del huevo es importante para establecer el tamaño del orificio que se debe realizar para la extracción de su contenido; para determinarlo se introduce el huevo en un recipiente con agua (Figura 8a); los huevos frescos o ligeramente incubados se sumergen, mientras que los huevos de incubación más avanzada flotan (KIFF 1989); a continuación se procede con cuidado en la extracción del contenido del huevo (Figura 8 b. Lámina de aluminio corrugado b), procedimiento descrito en MESA & BERNAL (2006).

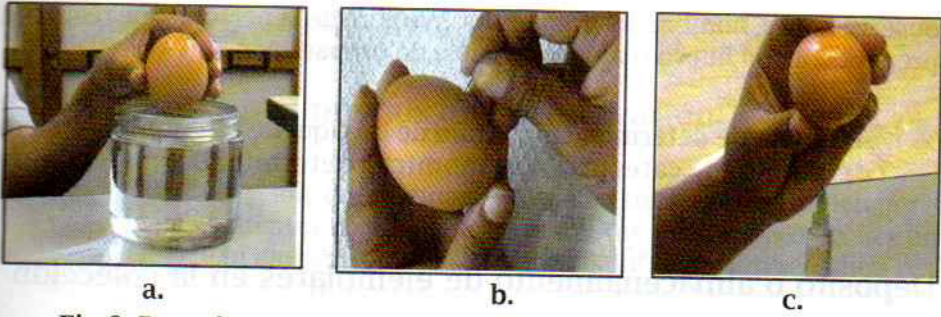


Fig 8. Procedimiento para la preservación de ejemplares oológicos. a: Prueba del estado de incubación; b: Orificio; c: Extracción del contenido del huevo.

La catalogación y la sistematización continúan de la misma forma que para las demás colecciones, incluyendo información acerca de color, estado de incubación y medidas del ejemplar; el proceso de sistematización se realiza en la base de datos correspondiente a la presente colección.

Etiquetado de ejemplares

Para las colecciones oológicas se utilizan dos etiquetas, una de procedencia y una de determinación, se recomienda que sean elaboradas en papel blanco libre de ácido, de 190 a 220 g/m², la información escrita en letra tipo arial, estilo normal, con tinta negra e impresión en láser o escritas a mano con letra imprenta utilizando un rapidógrafo con tinta china. La etiqueta de procedencia puede tener un tamaño aproximado de 10 x 8 cm y la de determinación puede ser de 12 x 2 cm, aproximadamente. Cada etiqueta debe contener como mínimo la siguiente información:

Etiqueta de procedencia

-Información registrada en el anverso: Título de la etiqueta, acrónimo, número de catálogo, familia, género o especie, autor de la especie, nombre vernáculo, colector(es), número de colector, fecha de colecta, localidad, coordenadas geográficas, altitud (m), descripción del nido (forma, tamaño, color u otras características adicionales), número de huevos por nidada, marca (marca realizada en el cascarón de cada ejemplar en el momento de la colecta, según la nidada a la que pertenezca), identificación (nivel de certeza que tenga el colector acerca de la identificación taxonómica del ejemplar).

-Información registrada en el reverso: Descripción del ejemplar,

observaciones, nombre del preparador (nombre de la persona que realizó la preparación del huevo o nidada) y fecha de preparación.

-Etiqueta de determinación: título de la etiqueta, acrónimo y número de catálogo, categoría taxonómica, determinador y fecha de determinación.

Depósito o almacenamiento de ejemplares en la colección

Se recomienda que los huevos sean almacenados en cajas elaboradas en papel de 320 g/m², libre de ácido; el tamaño de la caja depende del tamaño y cantidad de huevos por nidada y su tapa debe tener un orificio lo suficientemente grande como para observar claramente los ejemplares. Para la ubicación de los huevos dentro de las cajas, se sugiere elaborar una base circular en un material rígido como el papel de 320 g/m², cubierta con varias capas de algodón, donde se depositan ordenadamente los ejemplares junto con la etiqueta de determinación; estos son cubiertos por un vidrio bajo la tapa, para permitir la observación de los ejemplares y de la información taxonómica e impedir que estos se muevan dentro de la caja al manipularla. Posteriormente almacénelos en armarios, con modificaciones que permitan su aireación (Figura 9). Se pueden organizar sistemática o filogenéticamente de acuerdo al criterio de cada colección.

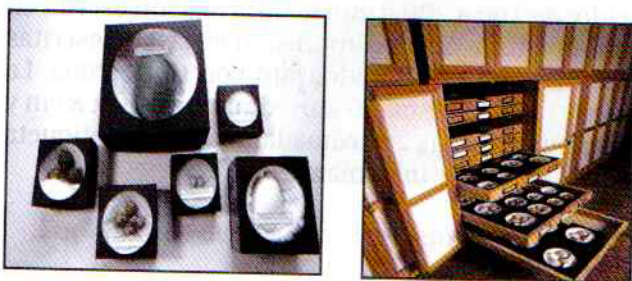


Fig 9. Almacenamiento de ejemplares oológicos.

1. Protocolo para la preservación de ejemplares de la colección mastozoológica.

Los ejemplares mastozoológicos se pueden preservar tanto en seco como en líquido; la preservación en seco se realiza como pieles rellenas, pieles planas, cráneos y esqueletos; y la preservación en líquido se realiza como cuerpos completos, cuerpos sin piel o fetos y embriones; adicionalmente se toman muestras de contenidos estomacales para lo cual

se recomienda el siguiente procedimiento:

Procedimientos previos a la preservación

La información de medidas y características del ejemplar por regla general se encuentra consignada en las notas de campo o en la etiqueta provisional, sin embargo, si no se tiene esta información se deben realizar algunos procedimientos previos a la preservación del ejemplar, tales como descongelación (si es necesario) y colecta de ectoparásitos. Adicionalmente es necesario realizar la determinación del sexo y edad aparente y la toma de medidas morfométricas como las que se nombran a continuación:

-Toma de medidas morfométricas: El tamaño y las proporciones de un mamífero son importantes en su identificación taxonómica y en la determinación de su edad, por lo cual, es fundamental tomar todas las medidas en lo posible mientras el ejemplar esté fresco, debido a que los ejemplares son sometidos a procesos que causan variaciones en sus características morfométricas originales.

Tome el peso utilizando una pesola (dinamómetro) o con una balanza para ejemplares grandes y con un calibrador de Vernier o una regla mida la longitud del cuerpo, cola, patas y orejas; si el ejemplar es un macho, debe medir el largo y ancho de cada testículo (Figura 10). Estas medidas deben tomarse cuidadosamente debido a que alguna parte del ejemplar puede estar doblada o deteriorada, lo cual modifica los datos. Todas las medidas deben incluirse en milímetros (DEBLASE & MARTIN, 1980). Para el orden Chiroptera es necesario tomar tres medidas adicionales, longitud del trago, antebrazo y hoja nasal si la presenta. Para mayor información consulte a DEBLASE & MARTIN, (1980); NAGORSEN & PETERSON (1980) o MORALES-JIMÉNEZ *et al.* (2004).

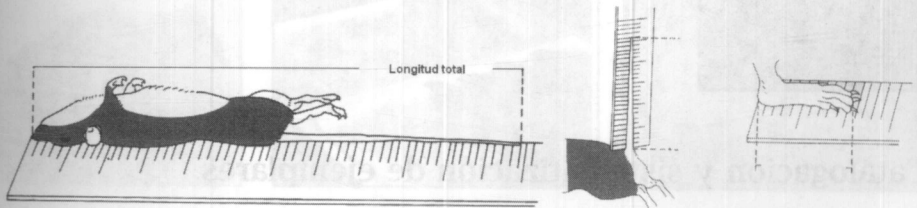


Fig 9. Toma de medidas en ejemplares mastozoológicos. a: Medida de la longitud total; b: Medida de la cola; c: Medida de la pata. (Tomado de HASHIMOTO & RAHMAN, 2003).

-Descripción de otras características: Previo al proceso de preservación es fundamental realizar la descripción del color del pelaje y la forma, tamaño y color de los ojos, debido a que estos datos son importantes en la descripción del ejemplar (ANDRADE, 1986).

Preservación de ejemplares en seco

-Preparación de pieles en mamíferos: La mayoría de los mamíferos son preservados como pieles de estudio; para esto es necesario removerla del cuerpo para ser preparada posteriormente como piel rellena en ejemplares pequeños y medianos o como piel plana para ejemplares grandes. Los procedimientos para el tratamiento y trabajo de pieles se encuentran debidamente explicados en MONTES (1987) y MESA & BERNAL (2006).

-Preparación de cráneos y esqueletos: En el proceso de preparación de cráneos y esqueletos de mamíferos es fundamental realizar una limpieza adecuada como se nombró en el protocolo para la preservación en seco de ejemplares de ictiológicos y herpetológicos.

Preservación de ejemplares en líquido

La preservación de mamíferos en un medio líquido puede realizarse para cuerpos completos, cuerpos sin piel, embriones y fetos (Figura 11).



Fig 11. Ejemplar mastozoológico preservado en líquido, cuerpo completo.

Catalogación y sistematización de ejemplares

Se recomienda que el catálogo de la colección mastozoológica contenga la misma información de los anteriores protocolos, incluyendo la descripción del ejemplar (peso, sexo, edad aparente y medidas); adicionalmente para el orden Chiroptera se incluyen las medidas de longitud del trago, antebrazo y

hoja nasal. Finalmente en el proceso de sistematización se realiza la respectiva base de datos de la colección.

Etiquetado de ejemplares

Las etiquetas para los ejemplares mastozoológicos pueden ser elaboradas de igual forma que las etiquetas de la colección herpetológica, con un tamaño aproximado de 9 x 3 cm para pieles; 6 x 3 cm para cráneos y esqueletos en ejemplares preservados en seco y 10 x 7 cm para ejemplares preservados en líquido. Las etiquetas se atan a la pata derecha del ejemplar con hilo blanco 100% algodón.

Cada etiqueta debe contener: título de la etiqueta, acrónimo, número de catálogo, determinación taxonómica, sexo del ejemplar, localidad, coordenadas geográficas, altitud (m), colector(es), número de colector, fecha de colecta, determinador; fecha de determinación, descripción del ejemplar, comentarios.

Depósito o almacenamiento de ejemplares en la colección

Las pieles rellenas se almacenan de igual forma que los ejemplares ornitológicos. Para las pieles planas se recomienda enrollarlas en una tela de color blanco, 100% algodón, proporcional al tamaño de la piel, sujeta con un gancho para su almacenamiento, con el fin de evitar el deterioro causado por abrasión, quiebres por doblaje o rompimientos; este método adicionalmente brinda ventajas como ahorro de espacio y mejor ubicación dentro de los archivadores (Figura 12). Para el almacenamiento de cráneos y huesos desarticulados se recomienda guardarlos como se describe en el protocolo para ejemplares ictiológicos y herpetológicos los cuales posteriormente son almacenados en archivadores rodantes metálicos.

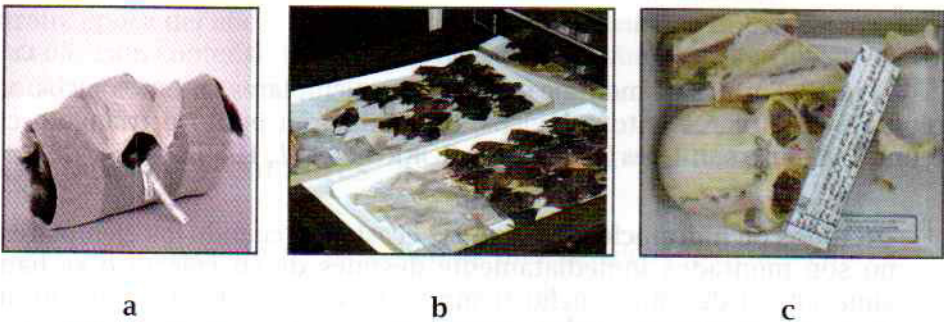


Fig 12. Formas de almacenamiento para depósito de ejemplares preservados en seco; a: Pieles planas envueltas en tela de algodón; b: Pieles rellenas almacenadas en cajas de papel libre de ácido; c: cráneos y esqueletos en cajas de papel libre de ácido.

1. Protocolo para la preservación de ejemplares de la colección entomológica

Los ejemplares entomológicos se pueden preservar teniendo en cuenta la naturaleza del insecto, su tamaño y coloración; la preservación, por lo tanto, puede ser según la disponibilidad del espacio y la importancia de futuros estudios así:

Preservación de ejemplares

La preservación de colecciones entomológicas se puede realizar en seco y en líquido, estos procedimientos se describen a continuación.

-Preservación en seco: La preservación en seco se realiza aprovechando la rigidez del exoesqueleto quitinoso que poseen la mayoría de los artrópodos (HENAO, 2003); estos varían en su tamaño y estructura por lo cual existen cuatro diferentes métodos para su montaje: montaje en alfileres entomológicos, en punto, microalfileres o láminas (MONTES, 1987; MESA & BERNAL, 2006) (Figura 13).

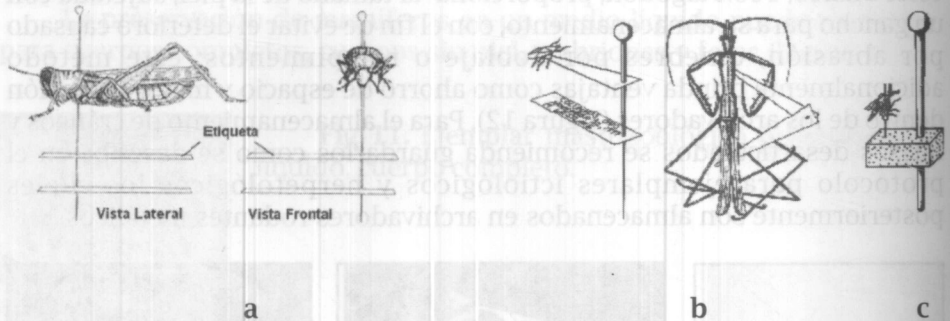


Fig 13. Formas de montaje en seco para ejemplares entomológicos. a: Montaje en alfileres entomológicos; b: Montaje en punto o triángulo c: Montaje en microalfileres (Tomado de BORROR, *et al.*, 1989).

-Métodos de hidratación: En algunas ocasiones, cuando los ejemplares no son montados inmediatamente después de su colecta o se han almacenado durante mucho tiempo, es necesario realizar previo al montaje un proceso de hidratación con el fin de facilitar la manipulación del ejemplar durante su montaje y evitar que se desprenda alguna de sus partes (HENAO, 2003). La hidratación se puede realizar mediante tres métodos: cámara húmeda o de relajación, inmersión en agua caliente o

hidratación por inyección (Figura 14), de acuerdo a las características morfológicas del ejemplar y el tiempo disponible para realizar el montaje (MESA & BERNAL, 2006).



Fig 14. Métodos para la hidratación de ejemplares entomológicos: a: Cámara de relajación o cámara húmeda; b: Inmersión en agua caliente; c: Inyección de agua caliente. (Tomado de HENAO, 2003).

-Preservación en líquido: La preservación en un medio líquido puede realizarse para cualquier grupo de ejemplares entomológicos; permite ahorrar espacio en la colección y se utiliza generalmente para insectos de cuerpo blando como efemerópteros, isópteros, plecópteros, trichópteros, dípteros, microhimenópteros (incluyendo larvas, ninfas y pupas) y la mayoría de insectos menores a los 2 mm. Esta preservación se realiza dependiendo del tamaño de los ejemplares, en frascos de vidrio con cierre hermético o en tubos plásticos tipo Ependorff con alcohol etílico al 75%.

Catalogación y sistematización de ejemplares

Para los procesos de sistematización se siguen los lineamientos de los protocolos anteriores, teniendo presente agregar información sobre el sustrato, época del año, estrato de colecta. Se recomienda que el catálogo de la colección contenga la mayor información posible de acuerdo con los parámetros mencionados con anterioridad.

Etiquetado de ejemplares

Para el etiquetado de ejemplares entomológicos generalmente se utilizan tres etiquetas. La etiqueta de procedencia, que contiene la información de origen; la etiqueta de determinación en la que se consigna la información taxonómica del ejemplar, determinador y fecha de determinación; y la etiqueta que contiene el acrónimo de la colección y el número de catálogo.

Se recomienda que las etiquetas para los ejemplares preservados en seco sean elaboradas en papel blanco libre de ácido, de 90 a 120 g/m²; para la etiquetas de determinación y de procedencia se recomienda un tamaño no mayor a 1 x 3 cm aproximadamente, la información escrita en letra tipo Arial, tamaño 4, estilo normal; en el caso de la etiqueta con el acrónimo y número de catálogo su tamaño es de 0,5 x 1,5 cm aproximadamente, la información escrita en letra tipo Arial negrilla, tamaño 5,5, con tinta negra e impresión en láser o escritas a mano con letra imprenta utilizando un rapidógrafo N° 2 con tinta china. En el caso de los ejemplares en líquido, las etiquetas pueden ser escritas a mano en papel pergamino de 90 g/m² con las mismas especificaciones.

-Etiqueta de procedencia: localidad, coordenadas geográficas, altitud (m), método de captura, fecha de colecta, colector(es) y número de colector(es).

-Etiqueta de determinación: determinación taxonómica, determinador y fecha de determinación.

-Etiqueta con el acrónimo y número de catálogo: iniciales de la institución o colección y número consecutivo de ingreso de los ejemplares a la colección.

Depósito o almacenamiento de ejemplares en la colección

Se recomienda que los ejemplares preservados en seco se almacenen en la colección dentro de cajas tipo Wards de diferentes tamaños; estas cajas están elaboradas en papel blanco libre de ácido, de 300 g/m²; tienen una base en jumbolón. Las cajas tipo Wards son utilizadas para facilitar la organización y manipulación de los ejemplares por grupos pequeños, además son muy útiles para encontrar alguna parte del cuerpo de un ejemplar en caso de desprendimiento y ubicar más fácilmente a cuál corresponde; dentro de estas cajas se inserta uno o varios ejemplares de acuerdo a su tamaño y clasificación taxonómica.

Las cajas tipo Wards, a su vez se almacenan dentro de cajas entomológicas denominadas Cornell, que consisten en cajas de 22,9 x 33,0 x 0,64 cm, fabricadas en madera las cuales tienen una tapa con marco del mismo material y vidrio; adicionalmente, las cajas tipo Cornell presentan pequeñas perforaciones laterales con el fin garantizar el cierre hermético de la caja de tal forma que se reduzca el ingreso de agentes deteriorantes en los ejemplares (Figura 15). Posteriormente se recomienda almacenar las cajas Cornell en los archivadores rodantes de la colección.

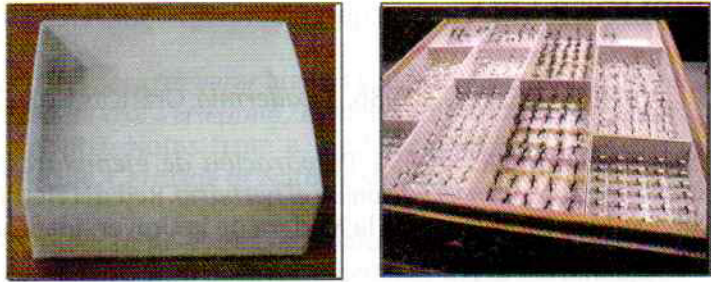


Fig 15. Cajas utilizadas para el almacenamiento de ejemplares entomológicos.

Préstamos y canjes de ejemplares y consultas y visitas a la colección biológica

Cada una de estas acciones contribuye en el crecimiento de la colección; en cada colección biológica debe existir un registro de consultas, préstamos y visitas a las colecciones biológicas en el cual se incluirán los principales datos del usuario, con el fin de establecer un control en la colección.

AGRADECIMIENTOS

Sinceros agradecimientos para mi compañera Andrea Angélica Bernal, quien formó parte fundamental en la elaboración y ejecución de los diferentes procedimientos y protocolos propuestos; a mi director José Enrique Castillo por las correcciones y por brindar la oportunidad de realizar el trabajo en las instalaciones del IIAvH; de igual manera al profesor Francisco Cortés Pérez y a los investigadores Adriana Prieto, Humberto Mendoza, Ingrid Quintero, Mónica Ospina, Juan David Bogotá, Juan Diego Palacio y en especial a Diego Perico y Efraín Henao por sus comentarios, contribuciones y apoyo. A los auxiliares Sandra Medina, Aura y Yaneth Robles, Luis Édier Franco, Edwin Torres y particularmente a Socorro Sierra.

A nivel institucional deseo agradecer al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" porque a partir del trabajo que se realiza en las colecciones biológicas y la colaboración de las personas que allí laboran, fue posible la realización del trabajo. A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia mediante la Escuela de Ciencias Biológicas por su apoyo en todas las fases de este proceso.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, L., G.,- 1986. *Taxidermia*. Gráficas Cruz, Bogotá., 149 pp.
- BACON, J. R., 2005.- *Preparación de ejemplares botánicos para su identificación y conservación en el herbario*. Red del Herbario del Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera de la Universidad Juárez del Estado de Durango.
- BARRERIRO, J., GONZÁLEZ, J. E. & REY-FRAILE., 1994.- Las colecciones de vertebrados: uso y gestión (en) SANCHÍZ, B. (ed). *Manual de catalogación y gestión de las colecciones científicas de Historia Natural*. Vol. 1: 18-78 pp.
- BENTLEY, A. C., 2004.- *Thermal Transfer Printers-Applications in Wet Collections*. Society for the Preservation of Natural History Collections (SPNHC). Vol.18 (2): 2-3 y 17-18.
- BORROR, D., TRIPLEHORN, C. & JOHNSON, N., 1989.- *An introduction to the study of insects*. Saunders College Publishing. Sixth Edition. United States of America.
- CATO, P. S., 1991.- The value of natural history collections in Latin American conservation. *Conservation Education*. Chapter 22. pp. 416-430.
- ICOM., 2001.- Código de deontología del ICOM para museos. Consejo Nacional de museos.
- DEBLASE, A. F. & MARTIN R, E. A., 1980.- *Manual of Mammalogy, With Keys to Families of the World*. Second Edition. WCB Wm. C. Brown Company Publishers Dubek, Iowa United States Of America. 436 pp.
- GARCÍA-DERAS, G. M., LOPEZ de AQUINO S., ESCANDÓN, M., CORTÉS, N. & HERNÁNDEZ, B., 2001.- La importancia actual de las colecciones de tejidos. 5 pp. Disponible en: www.conabio.gob.mx. [20/09/05].
- GIRÓN, A., 1988.- *Principios para la preservación y conservación de los materiales bibliográficos*. Dirección General del Libro y Bibliotecas. Ministerio de Cultura. Madrid, España.
- HENAO, E., 2003.- *Elaboración, mantenimiento y recomendaciones para el manejo de la colección entomológica del Parque Nacional Natural Tamá*. Informe Técnico. Sistema Parques Nacionales Naturales — Instituto Alexander von Humboldt. Toledo, Norte de Santander, Colombia.
- KATINAS, L., 2001.- *El Herbario. Significado, Valor y Uso*. PROBIOTA. Serie

técnica y didáctica No. 1. La Plata, Argentina. 11 pp.

KIFF, L., 1989.- *Técnicas para preparar huevos y nidos*. Museum of Natural History and Western Foundation of Vertebrate Zoology. Publicado originalmente: ROGERS, S. P. & D. S. WORD. Notes from a Workshop on Bird Specimen Preparation. Section of Birds, Carnegie of Natural History.

MESA, D. P. & BERNAL A., 2006.- *Protocolos para la preservación y manejo de colecciones biológicas del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IiAvH)*. Trabajo de grado modalidad monografía. Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN.- Técnicas de campo utilizadas por el jardín botánico de Missouri. Disponible en: www.mobot.org/MOBOT/molib/spanishfb/welcome.html. [02/06/05].

MONTES, L. M, 1987.- *Manual de taxidermia*. Editorial albatros. 121 pp.

MORALES-JIMÉNEZ, A. L., F. SÁNCHEZ, K. POVEDA & A. CADENA., 2004.- *Mamíferos terrestres y voladores de Colombia: guía de campo*. Bogotá, Colombia. 248 pp.

NAGORSEN, D. W. & R. L. PETERSON., 1980.- *Mammal collector's manual: a guide for collecting, documenting, and preparing mammal specimens for scientific research*. Royal Ontario Museum, Toronto.

NAVARRO, A. & LLORENTE, J., 1994.- Museos y la conservación de la biodiversidad. (en) *Taxonomía biológica*. LLORENTE y LUNA (comp.) Ediciones Científicas Universitarias, UNAM, Fondo de Cultura Económica. México.

PÁEZ, V., 2004.- El valor de las colecciones biológicas. *Actualidades Biológicas*. 26(81): 2 pp.

PALACIO, D. & VILLAFAÑE, C. s. f.- *Protocolos de curaduría de muestras de tejidos con fines de investigación molecular*. Colección de tejidos Instituto Humboldt. Cali, Colombia. Documento inédito.

PÉREZ, E., CASTILLO, E., SERPA, E., RODRIGUEZ, F., ANAYA, F., ESPINEL, Y.; GALVEZ, M. & GÓMEZ, E., 1998.- *Manual para el cuidado de objetos culturales*. Ministerio de Cultura. UNESCO. Colombia. 116 pp.

RODRÍGUEZ, E. & ROJAS, R., 2002.- *EL Herbario: Administración y Manejo de Colecciones Botánicas*. Herbarium Truxillense (HUT). Jardín Botánico de Missouri-Perú. Pasco, Perú. 31 pp.

ZOOLOGÍA (vertebrados)

SIMMONS, J. E., 2002.- *Herpetological collecting and collections management*. Revised edition. Society for the study of amphibians and reptiles. Herpetological (Kansas). Circular No. 31.

SUÁREZ-MAYORGA A. M., RIVERA-GUTIÉRREZ H. F., VARÓN-LONDOÑO A., 2005.- *Estándar para la documentación de registros biológicos*. Versión 5.0. 64 pp.

TAYLOR, W. & VAN DYKE, G., 1985.- Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for small bone and cartilage study. *Cybium*. 9(2): 107-119.

TOBAR, D., 2002.- *Informe de la curaduría de la colección de mariposas "Ernesto Wolfgang Schmidt-Mumm" del IAvH*. Bogotá, Colombia.

VAILLANT. C. M. & N. VALENTIN., 1996.- *Principios básicos de la conservación documental y causas de su deterioro*. 1ª edición. Editorial Ministerio de la Educación y Cultura. Madrid, España. 158 pp.

VARGAS, G. M., 2002.- *Sistema Integrado de Conservación y Academia en Colombia*. Apoyo 12 (1). Asociación Para la Conservación del Patrimonio Cultural de la Américas.

VILLAREAL, H., ÁLVAREZ, M., CÓRDOBA, S., ESCOBAR, F., FAGUA, G., GAST, F., MENDOZA, H., OSPINA, M. & UMAÑA A. M., 2004.- *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 pp.

WHEELER, T. A., HUBER, J. T. & CURRIE, C., 2001.- *Douglas label data standars for terrestrial arthropods*. Biological Survey of Canada (terrestrial Arthropods) Commission biologique du Canada. Document Series No. 8. 20 pp.

