

**PROTOCOLO DE MANEJO DE COLECCIONES DE PLANTAS VASCULARES
PROYECTO "DESARROLLANDO CAPACIDADES COMPARTIENDO
TECNOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN
CENTROAMÉRICA"**

**Este es un producto del trabajo conjunto entre los herbarios
de:**

- ✿ **Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios Conservacionista Cecon**
- ✿ **Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León**
- ✿ **Herbario Nacional de Costa Rica (CR) del Museo Nacional de Costa Rica**
- ✿ **Consejo Nacional para la Cultura y el Arte-Concultura, Herbario del Museo de Historia Natural de el Salvador**
- ✿ **Universidad de Panamá**
- ✿ **Escuela Agrícola Panamericana, Honduras**

(Versión:Enero 2008)



Introducción

Un herbario es una colección de ejemplares botánicos secos, organizados bajo un sistema determinado y almacenados bajo condiciones ambientales, preferiblemente controladas para su conservación perpetua. Las formas más comunes de organizarlo consisten en un orden filogenético y alfabético (Bridson & Forman 1992). El tamaño del herbario depende del objetivo para el cual es creado: puede ser para contener especímenes a escala mundial, para acoger sólo especímenes de una región determinada o incluso para contener especies de ciertos grupos, por ejemplo: árboles, helechos, orquídeas, etc.

Antes del año 1500, los ejemplares se ordenaban en forma de libro. Un profesor de botánica de la Universidad de Bologna (Italia) empezó a secarlos bajo presión y montarlos en papel. Esta nueva forma de guardarlos en gabinetes de madera o metal se utiliza hasta nuestros días (Bridson & Forman 1992).

El herbario sirve para distintos propósitos, como:

- Instrumento para catalogar la diversidad de plantas.
- Centro de referencia sobre información de plantas.
- Instrumento de educación, investigación y divulgación de la flora.
- Archivo histórico de la flora.
- Respaldo científico de la información generada en plantas.
- Propósitos culturales y sociales.

Uno de los papeles fundamentales del herbario es servir de medio para el desarrollo de las actividades taxonómicas, que buscan clasificar e identificar la diversidad de plantas.

A continuación daremos una guía de manejo y mantenimiento de los ejemplares del herbario. Se espera que este escrito sea útil para científicos, administradores de colecciones de plantas y aficionados a la botánica. Abarca desde la recolección de los especímenes en campo hasta formar parte de la colección.

Proceso de recolección y manejo de ejemplares del herbario

Previamente a la salida al campo, se hace una selección del sitio donde se quiere llevar a cabo las labores de recolección. La selección del sitio se da según los intereses personales del investigador o recolector, o acorde a un programa establecido de inventario de sitios. Algunos criterios que se toman en consideración para este fin son:

- I. Importancia florística del lugar.
- II. Ausencia de información o actividades de inventario previas.
- III. Búsqueda de material fértil de alguna especie, previamente recolectada en el mismo lugar.
- IV. Desarrollo de más actividades de inventario en el sitio.
- V. Toma de fotografías de especies particulares.

I. Preparación para los viajes al campo

Es frecuente establecer un calendario de viajes al campo o una previa planificación de ellos, en especial cuando se trata de varios días. Cada viaje de campo puede cubrir distintos objetivos, por lo que podrían emplearse varios métodos para el estudio de la vegetación (inventario libre, parcelas, transectos, etc).



Trabajo de campo, equipo de El Salvador, foto Eunice Echeverría.

Una vez establecida una fecha para salir, hay que preparar con anticipación los materiales y equipo necesarios para una buena recolección. En la mayoría de los casos, el éxito y la buena calidad del material recolectado se obtienen si se poseen los implementos necesarios.

El siguiente es un listado sugerido de los implementos que un recolector debería llevar en un viaje al campo:

- Alcohol al 95%, diluido con agua hasta el 75% para su aplicación. Aproximadamente se pone ½ litro a cada bolsa de plantas.
- Sal de mesa

- Altimetro.
- Binoculares.
- Bolsas plásticas para plantas (se recomiendan bolsas transparentes de 57.5 x 75 cm, hechas de un plástico grueso calibre 7 milésimas por cara), o una cesta o mochila.
- Brújula (si es necesario).
- Cámara fotográfica digital o manual.
- Capote para la lluvia.
- Cuchilla.
- Espolones o espigas para escalar árboles.
- Frascos de vidrio en varios tamaños para preservar flores.
- Geoposicionador o GPS.
- Lápiz de cera o grafito 2HB o marcador permanente que no se diluya con el alcohol.
- Libreta o libro de campo, preferiblemente de un material resistente a la humedad o la lluvia (puede ser marca Rite in the Rain, de pasta dura y renglones horizontales).
- Linterna o foco.
- Lupa 20 X, (se sugiere marca Coddington).
- Machete.
- Mapa.
- Marcadores permanentes (se sugiere Sharpie fine point).
- Mochila para cargar alimentos, libros, etc.
- Papel encerado.
- Papel periódico (medidas recomendadas: 29 x 37.5 cm).
- Podadora de extensión. Consiste en tres tubos dobles de aluminio –uno dentro del otro– con una cuchilla cortadora Snap Cut N 11, Tree trimmer head. La cabeza o cuchilla cortadora se fija a uno de los extremos de uno de los tubos de mayor diámetro. Para accionar la cuchilla se requiere de una cuerda de al menos 14 m de longitud –largo adecuado para cuando haya que ensamblar la podadora en su totalidad. Los tres tubos de mayor diámetro miden 1.75 m y su diámetro es de 2.8 cm; los de menor diámetro miden 1.82 cm y su diámetro es de 2.5 cm. Cada uno de los tubos en sus extremos tiene un hueco a una distancia de traslape de 4.5 o 5 cm; en el hueco del tubo de menor diámetro se inserta un “botón” metálico que permite acoplar los tubos de ambos diámetros y así formar la podadora.
- Podadora de mano (Snap Cut model 19T o Felco model 2).
- Prensa de plantas o dos láminas de cartón de 46.5 cm de largo x 29.5 cm de 2 casillas de grosor, con sus respectivas fajas de 1 ¾ pulgadas y 2.4 m de largo con una hebilla tipo paracaídas.
- Rollo de cuerda o mecate delgado para amarrar paquetes de plantas, de unos 20 o 30 números.
- Ropa adecuada, preferiblemente camisa manga larga, pantalones largos y de una tela gruesa o resistente, botas de hule o zapatos de campo, gorra o sombrero.
- Vernier o regla.
- Sobres de papel encerado (útiles para recolectar plantas saprofitas, como *Voyra*).
- Sierra con cadena.



Fig. 1. Equipo mínimo necesario en el campo.

II. Métodos de recolección

Manual. Se entiende por método manual toda aquella muestra que puede ser recolectada directamente con las manos y cuyas plantas en general no superan la altura de una persona normal; frecuentemente se utiliza una podadora de mano o bien tomando la planta por completo en caso de hierbas pequeñas. Para aquellas plantas arbóreas, epífitas, lianas o bien aquellas que por encontrarse a alturas donde la recolección manual es imposible se utilizan varios métodos. En la mayoría de los casos, el equipo utilizado depende de la altura a la que se pueden encontrar las plantas al momento de su recolección.

La podadora de extensión. Para especies arbóreas no mayores a 10 o 12 m, es sumamente útil las podadoras de extensión (véase descripción de equipo). Caminar en la montaña con este equipo resulta incómodo, pero descubrirá que es indispensable.

Al tratar de acoplar verticalmente todos los tubos que conforman la podadora (véase fig. 2), se recomienda recostarlos sobre algún soporte, ya sea sobre el tronco del árbol que se recolectará o algún otro, con el fin de prevenir la deformación de los tubos. Cuando por razones de estabilidad la podadora se va de lado, es mejor dejarla caer; tratar de sostenerla provocaría que se doblen los tubos.

La podadora de extensión puede combinarse con el uso de las espuelas o espigas usadas para trepar árboles. Esta combinación es efectiva y además no requiere, en muchos casos, escalar los árboles por completo. Una de las mayores desventajas es el peso del equipo al momento de transportarlo en el campo (quienes estudian o recolectan especies arbóreas se concentran específicamente en ese grupo de plantas).



Fig. 2. Podadora de extensión.



Fig. 3. Recolectando con podadora de extensión.

Sierra de cadena. Consiste en el ensamble de una cadena de motosierra, previamente diseñada para cortar por ambos lados. Esto se consigue uniendo manualmente pares de eslabones con la parte cortante en forma alterna en ambos lados de la sierra. Se recomienda una longitud de 1.75 m para la sierra, y en cada uno de sus extremos se fija un sacavueltas grande, que permite la unión de la sierra con la cuerda. La cuerda tiene una longitud de 50 m a cada lado de la sierra (en su totalidad mide 100 m); la cuerda debe ser de nylon (3/8 pulgadas de grosor), más o menos tiesa y con trenzado de tres cordones. Otros accesorios importantes son: una flecha (resortera o catapulta), dos carretes de pesca (cada uno con un hilo de pesca de 6 y 80 lbs) y plomadas pequeñas.

Con la flecha se lanza una plomada atada a la cuerda de 6 lbs; una vez pasada la cuerda sobre la rama y la plomada haya llegado al suelo, se amarran las cuerdas de 6 y 80 lbs, ésta se tira o jala hasta pasarla sobre la rama a cortar; luego, la cuerda de 80 lbs se amarra con la sierra para finalmente cortar la rama seleccionada. Una vez en la posición de corte, se hacen movimientos suaves tirando de ambos extremos de la cuerda (es importante mantener la sierra horizontal sobre la rama a cortar). Esta operación requiere de al menos dos personas para que sea efectiva. Para tirar o jalar la cuerda con fuerza y no maltratarse las manos, un par de ramas cortas y resistentes amarradas a la cuerda resultan muy útiles. El éxito de la recolección depende además de la selección de la rama correcta, tanto en su posición como su grosor (se aconseja seleccionar ramas que al menos puedan sostener el peso de la sierra y se encuentren en posición horizontal). Este método ha resultado ser sumamente efectivo, pero requiere poseer una buena experiencia en su manejo.



Fig. 4. Sierra de cadena.

III. Notas de campo

Las notas de campo se refieren a toda aquella información que debe acompañar a los ejemplares. Se levanta en el momento de la recolección de los especímenes y es tan importante como el ejemplar mismo (los especímenes que carecen de notas de campo deben ser desechados).

La información se recopila en la libreta de campo, o libro de campo personal, en orden numérico ascendente propio de cada recolector. Debe tener una portada que indique nombre del propietario, institución donde labora y algún medio para contactarlo en caso de extravío (se recomienda escribir con lápiz de grafito o alguna tinta permanente para que, si se moja la libreta, la información esté protegida). Esta información formará parte de las etiquetas de los ejemplares.

Las notas o información de campo deben seguir un orden recomendado, con el fin de no omitir detalles importantes y necesarios para una posterior identificación de la colección. Además, este orden permite realizar el proceso de digitalización e introducción en la base de datos de forma más rápida.

La información de la libreta de campo se puede dividir en dos grandes categorías:

1. Información de la localidad: aplica para todas aquellas recolecciones que se hacen en un mismo sitio durante un día o varios.
2. Información del ejemplar: corresponde al número de recolección y a sus duplicados.

La información de la localidad debe contener:

1. División política: país, estado/provincia, distrito, cantón, municipio, etc.
2. Ubicación geográfica: información o datos sobre el sitio de recolección, aportando el mayor grado de detalles.
3. Descripción del hábitat: se recomienda utilizar terminología uniforme o estándar (por ej., bosque húmedo, bosque secundario, tacotales, bosque ripario, etc.).
4. Latitud y longitud: preferiblemente utilizar un GPS o geoposicionador.
5. Elevación: preferentemente la indicada por un altímetro; de lo contrario, la que se extrae de una carta topográfica o aquella que indica el GPS.

La información del ejemplar debe contener:

1. Información taxonómica del ejemplar: normalmente contiene la taxonomía, producto de la identificación directa y rápida en campo que hace el mismo recolector, en la mayoría de los casos a nivel de familia u otros, dependiendo del conocimiento del recolector y grado de complejidad de la muestra.
2. Número de recolecta.
3. Det. (“o determinado por:”): es útil reservar en la libreta de notas una línea para esta información. Aquí se anota la identificación definitiva del ejemplar, incluido el nombre de la persona que hace la identificación, día, mes y año.
4. Descripción de la planta: aquellas características que no serán evidentes antes de que la muestra esté seca. Por ejemplo:
 - *Hábito*: árbol, arbusto, hierba, epífita, etc.

- **Tamaño:** dimensiones de la planta. Proveer medidas de frutos frescos es una buena práctica (raras veces se proporcionan y la mayoría de las medidas son tomadas del material seco).
 - **Colores:** de flores y frutos.
 - **Olores o aromas:** si se considera de utilidad.
5. Para las briofitas es importante el sustrato, porque allí están las esporas y son muy importantes para el banco de esporas. Y si son cortisícolas, a qué altura del árbol se colectó. Y si es una rama grande o una del dosel o una rama caída, es importante para saber el tipo de distribución que tiene la briofita. Si tiene algún olor y el color, ya que éste puede cambiar, además si ven algún insecto, anotarlo, la elevación, la altura a la que se toma la muestra, y si se conoce el árbol, ya que esto da más información.
 6. En cuanto al etiquetado, es importante si la planta es epífita, señalar si está creciendo sobre un alga, sobre parte de una planta acuática, roca u otro. Y por otro lado también en el caso de las algas microscópicas, pero que pueden verse cuando están agrupadas, verse hasta cierto punto, por ejemplo, especies de Cladófora de agua dulce o de agua salada. En esos casos se puede coleccionar la muestra. Hay en muchos libros una metodología en donde proponen suspender el espécimen en una lámina de papel, directamente debajo del agua y se trata de levantar y sacar de ese medio tal cual ella va quedando. La idea es que quede lo más natural posible. Con este espécimen también se puede utilizar papel encerado, sobre todo cuando es muy delicada para que no se adhiera al periódico o a un paño de tela.
 7. Información adicional: es importante incluir notas sobre abundancia, usos de las plantas, historia natural, etc.
 8. Número de duplicados: es de gran importancia proveer el número de duplicados hechos en cada recolección; esta información es requerida al momento de elaborar las respectivas etiquetas. Además, ayuda a planificar el resto de las fases del proceso de manejo de los especímenes.
 9. Acompañantes: es una buena costumbre anotar las personas que acompañan al recolector principal durante la recolección del material. En una eventual relocalización del sitio y del material adicional de la especie, los acompañantes podrían ser claves para llevar a cabo el proceso.

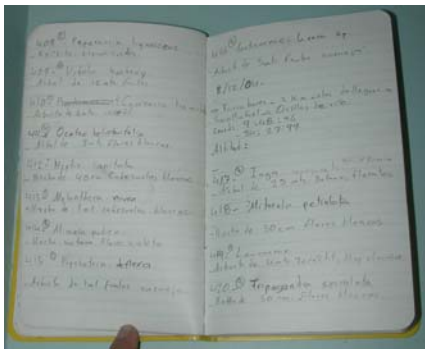


Fig. 5. Ejemplo de libreta de notas.

Preparación del material en campo

El proceso de recolección en el campo inicia al divisar un individuo de determinada especie que posee flores y/o frutos. El material infértil se debe evitar, excepto para estudios de parcelas y otros similares, donde se determine importante hacer una colección. Normalmente se conservan las colecciones infértiles cuando se trata de especies raras o no conocidas; por ello es una referencia útil para un monitoreo posterior del individuo visto en campo. Para estos casos se aconseja hacer solo una muestra –mejor conocido como unicado– para ser montada y archivada en una colección local.

Una vez recolectadas las muestras en campo, hay dos formas comunes de manejar el material:

1. Prensado en campo: se hace inmediatamente posterior a la recolección de la(s) muestra(s). Para ello se debe portar una prensa de plantas con un par de cartones y periódicos, más cuerdas o fajas para amarre (en ocasiones, un par de cartones, periódico y una cuerda de amarre pueden ser más que suficientes). Recordemos que la prensa de plantas se precisa cuando se pone el material en la secadora, por lo que no es estrictamente necesaria llevarla al campo.
2. Introducir las plantas en una bolsa plástica y al final del día hacer la labor de preparación y prensado.

Para lograr una mejor calidad de los especímenes, en especial, cuando se trata de tener una mejor presentación y estado de las partes reproductivas, es recomendable realizar la labor de prensado inmediatamente en campo. Este procedimiento hace la labor de recolección más lenta, pero el material es completo y de mayor calidad.

Colocar el material recolectado en una bolsa plástica y prensarlo al final del día es práctico y recomendable para aquellos grupos de plantas cuyas partes reproductivas no requieren de mucho cuidado, tales como algunos helechos, *Araceae*, *Bromeliaceae*, *Heliconiaceae*, etc. En general, las estructuras reproductivas son frágiles y sufren mucho cuando la recolección y el prensado llevan esta combinación (en climas calientes este método no se debe usar).

Una muestra es un pedazo de ramita o una hierba completa; se coloca en el periódico sin que sus partes sobresalgan (ver medidas arriba) para cumplir con las normas científicas y estéticas de presentación.

Evite la aglomeración de tallos, hojas, flores y frutos, tratando de lograr un aspecto lo más plano posible. Asegure voltear o girar las hojas para mostrar la cara inferior de ellas, ya que generalmente es allí donde se encuentran las características para su identificación. Trate de no ocultar las partes reproductivas con el follaje, y en caso de frutos grandes vea las recomendaciones en la fig. 6.

Una de las reglas generales para prensar ejemplares es asegurarse de que estén completos, con todas sus partes relevantes visibles. Una muestra bien presentada permite ver la disposición y tipo de hojas, características del haz y envés de las hojas o folíolos (nervadura, pubescencia, etc.), flores y/o frutos expuestos. Un espécimen bien preparado garantiza además una identificación más segura.

Se acostumbra realizar varias muestras, juegos o réplicas de un solo individuo. Estas muestras se les conoce como duplicados; cada duplicado llevará entonces el mismo número de recolección. La cantidad de duplicados a recolectar es variable y depende de varios aspectos: objetivos de la investigación o proyecto, hábito de la planta, producción de flores y frutos, rareza de la planta, etc.

En la esquina inferior derecha del borde del periódico, donde se encuentra cada espécimen, se debe escribir nombre completo del recolector y el número de recolección asignado a cada muestra. Es recomendable anotar entre paréntesis el número de duplicados de cada número de recolección. Respetar esta norma facilita la localización de la numeración durante el etiquetado del material. Cuando el material de un rango particular de números se encuentra apilado, resulta práctico localizar un número específico, evitando mover cada muestra para su búsqueda.



Fig. 6. Material prensado en el campo. Nótese cómo acomoda la ramita dentro del periódico. Foto: A. Soto.

Para aquellos grupos que tienen hojas muy grandes, como las palmas, los helechos arborescentes, las musáceas, etc., será necesario dividir cada duplicado en partes –en grupos de 3 o 4. Las muestras se enumeran conservando el mismo número de recolección y agregándole una letra (a, b, c, etc.), identificando cada parte. De esta manera, no habrá confusión después del proceso de secado para reunir y ordenar cada duplicado. Por ejemplo: un helecho arborescente con tres duplicados, cada duplicado puede tener tres partes, cuya enumeración sería así:

- Duplicado 1, con sus partes: 1a, 1b, 1c.
- Duplicado 2, con sus partes: 2a, 2b, 2c.
- Duplicado 3, con sus partes: 3a, 3b, 3c.

En cuanto a las hojas, sus partes constan de tres secciones: una basal (incluido pecíolo y base de la lámina), una medial y una apical; otras partes pueden ser inflorescencias o infrutescencias (las cuales, dependiendo de sus tamaños, podrían a su vez estar divididas) y finalmente otra referida a frutos. Aunque la hoja se divide en partes, cada una puede ser muy grande para ser incluida en la lámina de periódico, por lo que se acostumbra eliminar un lado de la lámina, especialmente cuando es simétrica.

Este método se recomienda también para aquellos grupos que poseen inflorescencias muy largas y que a menudo sería mejor separar en partes. Cuando se requiera subdividir el duplicado, es importante tomar medidas de la hoja completa, contar el número de pinnas, medir las

inflorescencias o infrutescencias, etc. Una práctica que resulta de mucha utilidad es adjuntar fotografías de la planta completa o de sus partes.



Fig. 7. Foto de varias partes prensadas.

Cuando los grupos de plantas tienen flores muy frágiles o suculentas (como *Orchidaceae*, *Convolvulaceae*, algunas plantas acuáticas, etc.), se requiere cubrir las flores con láminas de papel encerado para que éstas no se adhieran al periódico durante el proceso de secado. Esta práctica se aplica también para aquellas plantas saprofitas (véase adelante en secado y montaje).

Para la preparación de especímenes de algunas plantas acuáticas suspendidas o flotantes frágiles (como *Najas*, *Lenna*, *Ceratophyllum*, etc.), una práctica que resulta muy efectiva es extender el periódico e introducirlo debajo del agua, luego levantarlo asegurando que las plantas queden sobre el periódico. Esto permite una adecuada presentación y distribución de las plantas sobre el periódico. Otra práctica es utilizar recipientes hondos y amplios para recoger las plantas junto con el agua directamente del medio acuático donde crecen, llevarlas al laboratorio y realizar la práctica antes descrita.

a) Colecciones de frutos

Los frutos muy grandes que no pueden ser montados en una hoja de periódico separarlos y asociarlos a la colección con una etiqueta que indique el recolector y número de colección, asegurándose que la etiqueta sea debidamente atada. Después del proceso de secado podrá guardarse en una bolsa plástica con la respectiva etiqueta de la muestra y ubicarlos en la colección de frutos, que se encuentra normalmente en una caja de cartón o de madera, rotulada al final de la familia (véanse más detalles en la sección de etiquetado y montaje).



Fig. 8. Frutos de *Pachira aquatica* secos y etiquetados. Foto: A. Soto.

b) Colecciones de flores

Paralelamente a la recolección y preparación de especímenes, es común almacenar o preservar en alcohol algunas flores, frutos, etc., para facilitar la fase de disección, reconocimiento y descripción de sus partes. Esta práctica es además de mucha importancia cuando se quiere preparar ilustraciones de las partes.

La preservación se puede hacer de varias formas. Por ejemplo: agregar en un frasco que se ajuste al tamaño de las flores una mezcla de alcohol al 70%, glicerol y agua en proporciones de 10:1:8 (esto evita que las estructuras se pongan quebradizas). Usualmente las colecciones de flores se guardan en los siguientes tamaños de frascos: C-469, C-471, y diversos tamaños de viales de vidrio, los cuales preferiblemente deben utilizar tapas plásticas con sellos de hule, para evitar su corrosión.

También se puede preservar las flores, especialmente orquídeas, en papel sanitario, esto las preserva perfectamente y ayuda a mantener los colores.

Para rotular las flores o partes en los frascos, se introduce previamente una etiqueta dentro del frasco con el nombre del recolector y número de colección (la información debe ser escrita con tinta china o lápiz de grafito). Externamente, sobre la tapa o en un costado del recipiente, se fija otra etiqueta con la misma información. En general, el tamaño de las etiquetas es proporcional al tamaño de los recipientes.



Fig. 9. Ejemplo de colecciones húmedas. Foto: A. Soto.

IV. Preservación en campo y transporte

Cuando el trabajo de campo implica permanecer por más de un día fuera, se debe preservar el material, en especial cuando son sitios de clima seco o muy húmedo, donde existe una alta proliferación de hongos.

El material recolectado durante un día y llevado a la fase de secado al final de la jornada no requiere ser preservado. El material recolectado y prensado en campo podría permanecer hasta un día dentro de la prensa, en un lugar fresco (preferiblemente que no sea dentro de un congelador), hasta lograr secarlo al día siguiente. La forma tradicional de preservar el material es utilizando alcohol de 95%, diluyéndolo en con una proporción de 71% alcohol y 29% de agua.

En las áreas en donde hay realmente mucha humedad, las muestras se preservan con sal de mesa, por quince o veinte días seguidos en el campo, las muestras parecen que se han cortado hace poco y no se decoloran fácilmente, además esto evita el crecimiento de hongos.

Los especímenes recolectados se apilan en bultos de unos 40 cm de alto y se amarran en cruz; resulta útil poner unas pocas láminas de periódico extra en sus costados antes del amarre final, como medida de protección. Los paquetes de muestras normalmente se introducen a las bolsas plásticas en alguno de sus extremos. Para esto, es bueno colocar unas láminas de periódico extra cubriendo dicho extremo para prevenir que las puntas de las ramitas puedan agujerear las bolsas. Otros prefieren introducir de costado los paquetes de especímenes a las bolsas plásticas.

Antes de agregar el alcohol y sellar las bolsas, el material debe rotularse con nombre y apellidos del recolector, fecha, localidad y a veces el rango de números. Esta información se anota en una etiqueta o sobre el periódico, pero no sobre las bolsas plásticas, para poder reciclarlas posteriormente. Finalmente, se agrega el alcohol hasta humedecer totalmente los periódicos, se amarra y, usando el mismo tipo de mecate o cuerda de los paquetes de muestras (cocaleca, cañamo, pavilo, etc.), se cierra la bolsa en forma hermética de manera que los vapores del alcohol no escapen. Saque el aire de la bolsa antes del cierre final. (Es importante señalar que el exceso de alcohol puede maltratar las muestras durante el transporte, se destruyan los periódicos o se pierda la numeración.).

Transportar las bolsas con cuidado para evitar perforaciones o destrucción de las muestras. En caso de que haya muchas bolsas y el viaje sea largo, poner al menos tres bolsas dentro de otra de mayor tamaño o en un saco de nylon (como los utilizados para el transporte de arroz).

En el caso de las briofitas raramente se encuentra una sola clase. Se toma una porción se echa en una bolsa de manila, no se utilizan bolsas plásticas porque el material se llena de hongos y se daña.

Si se va a estar varios días en el campo y es un bosque nuboso o muy húmedo, se debe llevar una provisión de bolsas para cambiarlas todos los días, hasta que se secan al aire libre, se guindan de manera que el aire las vaya secando y al día siguiente se revisan y cambia el papel y se vuelven a guindar hasta que se realice el viaje de regreso.

Una vez que se llega al lugar donde se va a procesar la muestra y si la bolsa no está muy húmeda la deja allí mismo y se deja secar al aire. Si es muy voluminoso el material, entonces preferiblemente se saca y se extiende en una mesa y se deja secar al aire.

Otra manera cuando son muestras muy bonitas para que queden lo mejor posible, se colocan en una prensa de plantas, como se hace para las plantas vasculares entre periódicos, se le ponen cartones, la prensa y se ponen en una secadora para hongos. A una temperatura entre 35 y 50 grados (40/50 grados). No se deben de secar en una prensa de plantas vasculares porque se queman, sobre todo las hepáticas. Si se tiene un cuarto de secado el cuarto tiene calor suficiente para poner una prensa en algún lado del cuarto (que no sea en los secadores), y se van secando lentamente con una temperatura baja.

En el caso de utilizar una secadora de hongos la prioridad es mantener el material seco.

En el caso de las hepáticas se necesita estudiar los cuerpos de aceite, que generalmente alteran su forma o desaparecen cuando las plantas se secan. Las muestras se pueden coleccionar en bolsas “ziploc” y mantener en refrigeración.

V. Recepción de material

Comprende el área donde se recibe el material antes de ser secado o bien material recibido seco. Es importante hacer entrega de una copia de las notas de campo correspondientes a los especímenes que serán secados. Cuando se manejan y procesan volúmenes altos de especímenes, es obligación entregar los ejemplares con las respectivas notas de campo. Además, es de gran utilidad proveer información resumida del material procesado (nombre del recolector, rango de números, cantidad de duplicados, fecha y localidad), es decir, la información de la etiqueta incluida en las bolsas, para desarrollar toda la planificación el resto de las etapas. Además, ayuda a determinar con más precisión costos de inventario y mantenimiento de colecciones.

Cuando el material se recibe seco del campo, debe cumplir la regla de cuarentena y permanecer al menos cuatro días en un congelador a -20°C (véase más adelante la sección de cuarentena). Las muestras deben estar dentro de bolsas plásticas, con la etiqueta de identificación del propietario y demás datos anteriormente citados.



Fig. 10. Especímenes empacados en bolsa plástica listos para el transporte. Foto: A. Soto.

VI. Secado

El material preservado en bolsas plásticas no debería permanecer por más de un mes; sin embargo, está comprobado que puede mantenerse bajo condiciones adecuadas hasta por tres meses.

Cuando se tiene seguridad de que existen notas de campo, el material se somete al proceso de secado. Las muestras se extraen de las bolsas e ingresan a la prensa, donde cada espécimen es individualizado por láminas de cartón o de papel secante y láminas de corrugados de aluminio. La secuencia en la prensa es la siguiente:

1. Una tapa o rejilla de madera de la prensa + lámina de cartón + espécimen + lámina de cartón... y así sucesivamente hasta finalizar con la tapa o rejilla de madera de la prensa.
2. Una tapa o rejilla de madera de la prensa + lámina de corrugado de aluminio + lámina de papel secante + espécimen + lámina de papel secante + lámina de corrugado de aluminio... y así sucesivamente hasta finalizar con la otra tapa o rejilla de madera de la prensa.

Al momento de secar el material, una preselección facilitaría este proceso. Algunos grupos de plantas secan mejor cuando se usan cartones, dado que el secado es relativamente más lento y de alguna manera da mayor protección que empleando la combinación de láminas de papel secante y de aluminio. Estos grupos son aquellas plantas que no contienen mucha humedad o su follaje es relativamente delgado, como *Begoniaceae*, *Commelinaceae*, *Cyperaceae*, *Melastomataceae*, *Poaceae*, etc.

Emplear la combinación de láminas de papel secante y láminas de aluminio es de gran utilidad para secar material relativamente grueso o con mucha humedad, como *Araceae*, *Bromeliaceae*, algunas *Clusiaceae*, etc. Esta práctica agiliza el secado y ahorra energía por tiempo de secado.

Para aquellas muestras abultadas, ya sea porque poseen tallos gruesos o frutos relativamente grandes, se acostumbra elaborar una especie de almohadilla o taco de papel (cuadrangulares o rectangulares), doblando varias veces hojas de papel periódico. El grosor de estas almohadillas varía de acuerdo con el grosor de los tallos y de los frutos. Las almohadillas se colocan sobre las partes de la muestra donde se requiere lograr un equilibrio en altura con respecto al grosor de tallos y frutos. Esto permite que luego del secado dicha parte de la muestra quede aplanada para evitar que el follaje se arrugue con el calor, de esta manera se consigue también una buena presentación. Esta práctica no sólo es fundamental para lograr buenos especímenes secos sino que además ayuda a mantener la prensa equilibrada, en especial cuando hay una cantidad de especímenes en la prensa para ser secados.

Para realizar el secado a tallos gruesos y suculentos, hacerles perforaciones o sacarles una rebanada en corte longitudinal, esto ayuda a la deshidratación o drenado de humedad. En el caso de frutos grandes se suelen hacer uno o dos cortes longitudinales de costado o transversales. Si se trata de frutos mayores a 10 cm de diámetro, secarlos separados de la muestra, debidamente etiquetados.

En caso de que se rompa la bolsa plástica, es posible que algunas muestras puedan contaminarse con hongos (si no es grave, se pueden limpiar con una brocha pequeña de 1 pulgada empapada en alcohol de 90%). Igual se procede con especímenes montados contaminados; normalmente esto ocurre porque el secado de la muestra no se completó. Luego de limpiar con alcohol la muestra se coloca una prensa en el secador, entre cartones y bien atada; el tiempo en el secador será de acuerdo con el grado de contaminación y podría variar de horas hasta un día.

El tiempo de la prensa en el secador depende del tipo de secador y la temperatura máxima que alcance (con un secador que alcanza una temperatura de 80°C, las muestras se secarán entre dos y tres días, variando además si se emplean cartones o la combinación de láminas de papel secante y láminas de corrugado de aluminio). Voltar al menos una vez por día las prensas o

cambiar su posición para que todas sus partes reciban calor, agiliza el proceso y proporciona un secado uniforme del material.

Existe la experiencia de secar material en campo mediante el uso de secadores portátiles, que consisten en un cajón de madera (véase fig. 11), utilizando como fuente de calor gas, a través de una plantilla o quemador de dos discos. Se recomienda utilizar la combinación de láminas de aluminio, ya que es más rápida y economiza combustible. La calidad del material resulta elevada por la apariencia de colores después de un secado más natural; sin embargo, el transporte exige mayores cuidados, porque una vez secado el material tiene que ponerlo inmediatamente en una bolsa plástica y hay que poner cartones par evitar que se vuelva a humedecer, y luego hay que ponerlo en cajas para el transporte porque si no se quiebran.

El caso de los hongos el material no se prensa como en las plantas.



Fig. 11. Secador portátil. Foto: A. Soto.

Finalmente, debemos recordar que una vez seco el material el proceso es irreversible, por lo tanto se debe seguir muy de cerca todos los detalles para conseguir especímenes de alta calidad. Por ello, cuando el material es fresco o ha sido preservado en alcohol, todavía queda tiempo para trabajar en la estética de la muestra.

Antes de poner la(s) prensa(s) en el secador, debe estar debidamente rotulada con una boleta que contenga: nombre del recolector, fecha y preferiblemente hora de ingreso.

Las prensas cuando se ponen en la secadora se deben rotular con el nombre a quién pertenecen y la fecha en que se inicia el secado.



Fig. 12. Prensa con plantas lista para secar. Foto: A. Soto.

Algunos componentes del área de secado son:

a) Materiales para el secado para plantas vasculares

- Fajas de algodón, de 2.4 m x 1 ¾ pulgadas de largo con una hebilla tipo paracaídas.
- Láminas de cartón, de 46.5 x 29.5 cm, con 2 casillas de grosor.
- Láminas de corrugado de aluminio, de 30 x 43.5 cm.
- Láminas de papel secante, de 30 x 43.5 cm.
- Papel periódico.
- Prensa de plantas de madera, compuestas por 4 reglas de 45 x 2.5 cm, con 6 reglas transversales de 30 x 2.5 cm, unidas con remaches metálicos especiales y pegamento, los cuales resisten los continuos cambios de temperatura a que las prensas se ven sometidas.
- Almacenar suficientes almohadillas de papel periódico, confeccionadas con hojas de periódicos dobladas varias veces, de gran utilidad para el secado de muestras con frutos o tallos gruesos.



Fig. 13. Montaje de especímenes en prensa. Foto: A. Soto.

b) Mesa de secado

Una mesa para construir las prensas con plantas es simplificar el proceso de secado; sin ella las prensas pueden caer fácilmente y el amarre se vuelve bastante incómodo, en especial cuando la prensa es grande o contiene muchos especímenes. La mesa debería tener unos 90 cm de alto y un ancho o fondo de 60 cm, el espacio para construir la prensa debe estar a 30 cm de alto respecto del piso y debe poseer un ancho de 50 cm



Fig. 14: Mesa de secado. Foto: A. Soto.

c) Secador de plantas

El secador de plantas es un cajón de 2.08 x 1.65 m x 55 cm de fondo, construido con una estructura de tubo cuadrado de hierro de una pulgada y paredes cubiertas con láminas de fibrocemento. En su parte superior tiene un techo y una campana metálica que sale del techo del edificio, y en su interior un extractor de aire con motor de ½ Hp. Este cajón está dividido en tres niveles, hechos con el mismo tubo: la primera tarima o nivel está a 25 cm del suelo, la segunda a 75 cm de la anterior y la tercera igual a 75 cm; sólo la primera y la segunda tienen resistencias, el tercer nivel se usa principalmente para secar frutos, tallos, etc.



Fig. 15. Vista externa del secador de plantas. Foto: A. Soto.



Fig. 16. Prensa dentro del secador. Nótese las resistencias y los cables de conexión. Foto: A. Soto.

Las resistencias son de 120 voltios o 750 watts, con un amperaje de 6.4; miden 85 cm de largo y 1 ½ pulgada de ancho. Se ubican en forma paralela una de otra y sus uniones se hacen con conectores especiales para altas temperaturas. Las resistencias se instalan a unos 15 cm debajo de la estructura de metal sobre la cual se colocan las prensas. Las resistencias se controlan o activan en pares por medio de un interruptor; la temperatura que proveen es de 80°C aproximadamente.

Cuando el secador se encuentra lleno de material, la temperatura del cuarto de secado se eleva demasiado, por lo que se debe encender el extractor de aire para prevenir que el material se queme o se produzca algún riesgo de incendio.

Es importante recordar que para el proceso de secado los especímenes (o duplicados) fueron individualizados, pero una vez secos se deben agrupar de nuevo por número de colección.

VII. Cuarentena

El objetivo de la cuarentena es descontaminar todo el material seco y evitar la contaminación de la colección general. El material seco proviene de varias fuentes: material por devolución de préstamos, de donaciones, material que ha sido previamente secado en campo; incluso el material de la colección general que ha permanecido un tiempo fuera de ésta debe cumplir esta etapa.

Es sumamente importante que ninguna muestra fresca o mal secada ingrese a las colecciones ya que esto propicia el ingreso de hongos e insectos que posteriormente pueden convertirse en plagas y dañar a los ejemplares.

La descontaminación se efectúa introduciendo el material en un congelador, cuyo tamaño depende de la cantidad de material que se procesa (un tamaño adecuado es de 226 x 76 x 85 cm); además debe alcanzar una temperatura recomendada de -20°C. Las muestras deberán estar dentro de bolsas plásticas, con una etiqueta en el exterior, indicando fecha y persona responsable. Esto permite llevar un control y un orden para tratar otro material en espera y retirar el que ha cumplido el tiempo estipulado.

Las bolsas plásticas impiden que el material absorba humedad en caso de un eventual descongelamiento del equipo. El tiempo en el congelador es estrictamente de 4 días, ya que el material tardará al menos 18 horas en alcanzar la temperatura necesaria y después viene un período crucial para eliminar insectos.

Aspectos fitosanitarios: Ninguna persona que ingrese a las colecciones debe hacerlo con ropa o implementos (como sombrillas) mojadas ni tampoco ingerir alimentos mientras este dentro de las colecciones. Se recomienda que la colección se encuentre bajo condiciones de temperatura y humedad controlada con equipos de aire acondicionado y deshumidificadores que deben mantener las condiciones a aprox. 20 grados centígrados y 50% de humedad. Los cambios de temperatura y humedad (como cuando se apagan los aires acondicionados y deshumidificadores) son causantes de grandes danos estructurales a las muestras por lo que deben evitarse al máximo. Algunas muestras son muy propensas a absorber humedad una vez secas (como las aráceas) y en estos casos se puede incorporar dentro de los anaqueles bolsas con silica gel.



Fig. 17. Vista interna del congelador, donde se aprecian los especímenes en bolsas. Foto: A. Soto.

En cuanto a las fumigaciones, la frecuencia y necesidad de su aplicación en la colección están directamente relacionadas con las medidas de cuarentena que se usan. Una cuarentena correcta y estricta evita la fumigación periódica. Generalmente, una fumigación se hace cuando se nota la presencia de insectos, especialmente psocópteros, que consumen flores, hojas, etc. Dependiendo del tamaño del área contaminada o foco de contaminación, se realiza una fumigación puntual (p. ej., un gabinete), una sección o una total.

Toda colección debe fumigarse (contra insectos y hongos) al menos una vez al año aún cuando las condiciones de cuarentena y control de temperatura y humedad sean las mejores. Algunas prácticas recomendadas incluyen: congelar los ejemplares infectados o propensos a infección por insectos u hongos, sacar las muestras infectadas y fumigar y limpiar los anaqueles, colocar pastillas de naftalina en los anaqueles o en las cajas donde se almacena el material sin montar. Una vez identificadas las muestras infectadas con hongos, se recomienda aplicarles xylol o lysol con una brocha. En algunos herbarios las muestras son desmontadas y limpiadas cuando se detectan insectos u hongos.

El tipo de insecticida debe ser preferiblemente biodegradable, no usar los que contienen bromuro de metilo –resultan peligrosos para el personal y el medio ambiente, además hay que esperar para reingresar al área fumigada.

Cuando se fumiga un área o gabinete se debe sellar completamente; en cambio, si se trata del área total de colecciones, dejar los gabinetes con las puertas abiertas. Igualmente, el tiempo de espera para reingresar a la colección depende del área fumigada y su individualización dentro del área total. Además, es aconsejable preguntar al profesional los efectos de la fumigación.

Establecer convenios con compañías que den seguimiento y control a la salud de la colección resulta muy útil.



Fig. 18. Vista externa del congelador. Foto: A. Soto.

Restauración: Los ejemplares que están en malas condiciones por el tiempo o el uso que se ha hecho de ellos es necesario someterlos a un proceso de restauración. Esto implica colocar en sobres las partes desprendidas, volver a pegar con goma las partes que se despegaron, reforzar la cartulina en caso de que esta se haya dañado o sea muy delgada. La restauración debe ser un proceso periódico y continuo, para lo cual puede realizarse un diagnóstico del estado de la colección.

Extintores: Todas las colecciones deben tener al menos un extintor dentro de las instalaciones. Este extintor debe estar en un lugar disponible y el personal debe conocer su uso. Dado que el agua daña las muestras, los extintores deben ser de otro material. Lo más indicado es solicitar asesoría a los especialistas.

Aglomeración de los ejemplares: Dado que la entrada de material es una actividad continua en los herbarios, es muy importante considerar la disponibilidad de espacio en los anaqueles ya que la compactación de los ejemplares puede traer consecuencias dañinas para estos, por lo que es necesario considerar dejar suficiente espacio para el crecimiento del herbario. Es importante liberar espacio en los compartimentos que se llenan.

VIII. Ingreso de material a la sala de colecciones

Una vez que los especímenes estén completamente secos, se trasladan de inmediato al interior de la sala de colecciones. El ordenamiento debe ser por recolector y por número, de menor a mayor, para facilitar el etiquetado.

El material se almacena en estantes, que pueden ser de madera, metal o cartón; se recomienda que las subdivisiones, espacios o nichos del estante sean de las mismas dimensiones de los gabinetes de la colección general (vea esta información más adelante). Los estantes construidos con cajas de cartón resultan muy prácticos, por ser fáciles de armar, móviles y relativamente baratos; sin embargo, el tipo de caja más recomendada, versátil y diseñada casi exclusivamente para ello es la llamada Merrill boxes, fabricada en USA, que consta de una tira de cartón de 1.57 m x 20.5 cm, con varios dobleces preestablecidos (a 5, 32, 45 y, 32 y 40 cm uno del otro) y un marco de cartón de 48 x 34 x 21.5 cm. El material se mantiene en estos estantes hasta que las etiquetas sean generadas.



Manipulación: Una vez archivados los ejemplares en la colección, estos deben manipularse adecuadamente, lo que significa cargarlos y observarlos en forma horizontal (nunca vertical) y sobre una superficie dura y plana para evitar que la cartulina se doble y se desprege la goma o se caigan partes desprendidas. Algunos herbarios son muy estrictos con las medidas de manipulación y no permiten a los visitantes manipular los ejemplares, sino que los funcionarios proporcionan y guardan las muestras una vez que los visitantes han hecho uso de ellos.

Fig. 19. Gabinete hecho con Merrill boxes. Foto: A. Soto.

IX. Digitalización de la información de campo

Esta labor la realiza un técnico o persona capacitada. La información a digitalizar es toda aquella recogida en el punto anterior de notas de campo y debe seguir el orden y secuencia indicados. Esta fase del proceso funciona además para detectar errores o información indispensable faltante, como coordenadas del sitio, elevación o número de duplicados por colección, etc.

En un sistema moderno de base de datos, en muchos casos, la información relativa a la localidad podría estar ya incluida en el sistema. La confirmación del número de duplicados evita producir etiquetas de más y posibles problemas en el trabajo científico futuro.

Cabe destacar que el ingreso de información taxonómica del material a la base de datos es el último paso en el proceso de digitalización, por lo tanto no es un condicionante para el ingreso del resto de datos sobre las recolecciones. Así, el recolector podrá hacer entrega de sus notas de campo cuando éstas cumplan con los requisitos indicados anteriormente y serán digitalizadas de inmediato. El ingreso de información taxonómica se hará según lo permita el proceso de curación o revisión del material.

En un sistema de base de datos avanzado, la nomenclatura de todos los niveles taxonómicos de la flora del país puede estar ya incluida, lo cual agiliza la generación de etiquetas, porque se hace por selección. Pero dado los constantes cambios taxonómicos del día, es obligatorio solicitar asesoría sobre la escritura correcta de nombres nuevos y abreviación de nombres de autores, antes de introducirlos al sistema.

Las referencias citadas en la bibliografía son de consulta estricta. Las páginas de Internet (índice internacional de nombres de plantas: <http://www.ipni.org/index.html>, nombres de uso actual: <http://www.bgbm.org/iapt/ncu/>, trópicos, Missouri Botanical Garden: <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>, etc.) son también un recurso valioso.

Es recomendable que la persona que digitaliza esté dedicada un 100% a esta labor, por razones de rendimiento y aplicación de medidas de control de calidad de la información. Una persona con experiencia y una base de datos que automatice el proceso (p. ej.: base de datos *Atta*) determinan un rendimiento de digitalización de cien números por día.

Antes de la impresión final de las etiquetas de un determinado recolector, es esencial realizar una impresión corriente de la información para hacer una revisión final y detectar posibles errores.

Cuando se reciben especímenes con etiquetas de la flora local, donados por colaboradores o especialistas asociados, el procedimiento es incorporar la información de las etiquetas a la base de datos central y generar etiquetas con el formato establecido. Las etiquetas originales se conservan en sobres pegados a la lámina donde se monta el respectivo espécimen.

La información de especímenes, o base de datos *Atta* en algunos herbarios, es manejada por un servidor Oracle, de 500 Gb de disco duro y 10 Gb de memoria Ram, lo cual permite el trabajo simultáneo de varios usuarios sin afectar la eficiencia. Posee un sistema de módulos y tablas para un manejo más ágil.



Fig. 20. Ingreso de datos al sistema. Fotografías: Universidad de Panamá y Herbario León en Nicaragua.

X. Etiquetado

Una vez confirmado que la información cumple con los requisitos descritos en las secciones de notas de campo y digitalización, se generan las etiquetas. Vale recalcar que para generar las etiquetas el material debe haber sido identificado como mínimo a nivel de familia.

El paso siguiente es insertar las etiquetas en el material correspondiente. La relación directa entre los especímenes y etiquetas se hace a través del nombre del recolector y el número de colección. Es fundamental entonces hacer coincidir estos dos datos sobre el periódico con los de la etiqueta, para insertarlos en el material correspondiente. También es importante asegurarse de introducir la etiqueta bien al fondo del costado del papel periódico, para prevenir que se deslice y se extravíe.

Etiquetar se vuelve en ocasiones rutinario y monótono, y es fácil por ello descuidarse, efectuar errores o no descubrirlos, como anotar un incorrecto número de duplicados, insertar etiquetas donde no corresponde o algunos errores de identificación (éstos se reconocen si la persona cuenta con conocimientos en taxonomía de plantas).

Un espécimen que se compone de partes llevará etiquetas idénticas para cada parte –incluido el mismo código de barra en el caso de herbarios como el INBio–; éstas se consideran componentes

de un duplicado. El tamaño de etiquetas recomendado es de 10 x 10.8 cm y de papel libre de ácido.

En algunos herbarios las etiquetas usadas son de polipropileno, que vienen en rollos continuos de 2.000 unidades, cada una mide 4 x 4 ¼ pulgadas y son tipo “tag” en material “Super Premium Polyester Tag”, con una línea punteada de separación entre etiquetas. En la parte superior de éstas se imprime el código de barras en formato 128. Se recomienda utilizar un impresor de inyección de puntos o láser con calor tipo Easy coder 4440 de Intermec, 400 dpi. No es aconsejable imprimir etiquetas en una impresora láser normal.



Fig. 21. Ejemplo de Etiqueta de herbario. Foto: A. Soto.

XI. Identificación

Se entiende como identificación al proceso de la confirmación de nombres científicos existentes para determinadas especies, que se asignan al material recolectado en campo. En general, se refiere a la asignación del nombre científico completo (género y especie); también cuando se le asigna al material solamente el nombre de la familia o género. En ocasiones, se habla de tres niveles: familia, género y especie (conceptualmente este último se interpreta como la unidad de género y especie).

La identificación del material recolectado se puede dar en diversos momentos, desde la recolección en campo hasta antes o después de la generación de las etiquetas, pero es común que se resuelvan las identificaciones antes de imprimir las etiquetas.

Cuando se convierte en una costumbre el exceso de recolección de plantas y no se logra controlar con cuidado, es frecuente el extravío o pérdida del material o de algunos números de colección en una secuencia numérica de un determinado recolector. En muchos casos, esto se da porque ciertas muestras son de interés particular de un investigador y es frecuente que las conserve en sitios propios; lamentablemente esta práctica dificulta el etiquetado posterior.

Imprimir etiquetas con la información taxonómica completa (familia, género y especie) evita tener que elaborar posteriormente pequeñas etiquetas de identificación o correctores. Además, disminuye la cantidad de material en espera para ser identificado o curado.

En general, el momento apropiado para realizar la identificación completa del material debe ser posterior a la generación de las etiquetas. Una de las razones es porque los especímenes contienen la información de campo clave para hacer una identificación segura. Además, la identificación es una fase que se debe hacer con un rigor científico, por lo que se requiere recurrir con paciencia y dedicación a herramientas de apoyo (la literatura apropiada, el estudio y la comparación cuidadosa del material de referencia o existente en el herbario).

Cuando los recolectores tienen un elevado conocimiento de la flora, la fase de identificación parte del material que ha alcanzado el nivel de género, para llevarlo hasta nivel de especie

El material con etiquetas permite felizmente romper el orden por recolector y separarlo por familia taxonómica. Aglomerar el material por familia, en espera de ser identificado, posee dos ventajas: para quien realiza las identificaciones permite una concentración clara por familia, y permite la entrega total de los especímenes de una familia a los especialistas que visitan inesperadamente.

El material en espera de ser identificado se almacena en un área específica y ordenado por familia taxonómica. Se recomienda que al cumplir un año, el material que no se logró identificar a especie, con los conocimientos y recursos humanos del herbario, se distribuya a los especialistas para su identificación.

La identificación del material se lleva a cabo de varias formas:

1. Identificaciones hechas por un especialista o botánico.
2. Mediante la utilización de claves dicotómicas o analíticas. Éstas son una serie de enunciados que, descartando o incluyendo características morfológicas, permiten a la persona llegar al nombre de la especie. Según, Font Quer (2000), es el medio empleado para facilitar la determinación de las diversas entidades de un sistema vegetal, familias, géneros y especies, usando proposiciones contradictorias.
3. Con el trabajo de comparación entre especímenes existentes en una colección de herbario.
4. Envío de material en préstamo o donación, a cambio de identificaciones. (Similar al primer punto, pero en ésta la consulta es personalizada.)
5. Una herramienta de actualidad, que ha demostrado resultados excelentes, es el uso de imágenes digitales, provenientes de fotografías de plantas vivas en campo o de especímenes de herbario escaneados. Una vez tomadas las imágenes, se envían para su identificación.

Una identificación confiable y responsable lleva la combinación de varias de estas formas. Para una persona interesada en el desarrollo de capacidades y conocimientos de botánica o manejo de la flora de una región o país, resulta de gran beneficio personal utilizar con más frecuencia las formas 2 y 3. En el caso particular de las claves dicotómicas, debemos recordar que su función es guiar el proceso de identificación, presentando la información diagnóstica en un formato resumido con una terminología a veces compleja. Las claves se encuentran por lo general en

floras o trabajos monográficos. Éstas presentan una información descriptiva de las especies que es indispensable leer y estudiar, para confirmar o desechar los respectivos conceptos.

El material para identificar puede tener dos formas: montado o no montado. En el caso del material no montado, es común que se anote la identificación en el borde del periódico, incluyendo nombre científico, fecha de la identificación y responsable. En un sistema de base de datos, este paso se puede obviar y se ingresa la información directamente. En el caso de especímenes ya montados, las identificaciones se adhieren a las muestras de dos formas:

1. Tradicionalmente algunos herbarios y/o botánicos traen las etiquetas de identificación o correctores previamente diseñadas. Una vez escrito el nombre de la especie sobre ellas, éstas se adhieren al espécimen, normalmente en los alrededores de la etiqueta principal.
2. Si no se disponen de tales etiquetas, se acostumbra escribir las identificaciones en tiras cortas o pedazos de papel –en general papel reciclado–, se insertan debajo de alguna estructura del espécimen o se adhieren provisionalmente con un clip para no perderlas. Esta última forma se utiliza sólo cuando existe un sistema de base de datos o programa electrónico que produce los correctores con la información anotada en los pedazos de papel reciclado.

En el caso de INBio, la información de correctores se ingresa a la base de datos: si se trata de la primera forma, no es necesario hacer la impresión de la etiqueta de correctores, por el contrario, si se emplea la segunda sí. La etiqueta o corrector de identificación tiene un tamaño de 11 x 2 cm.

La terminología empleada en las claves taxonómicas y en la información descriptiva en floras o tratamientos monográficos frecuentemente obliga al usuario consultar varias referencias útiles que facilitan el proceso de lectura y comprensión. (En la bibliografía al final de este documento se proveen aquéllas de mayor uso.)



Fig. 22. Identificación de especímenes de herbario, foto: Universidad de Panamá y Herbario León en Nicaragua.

Una buena identificación del material depende también de contar con los recursos adecuados. Designar un área para realizar el proceso de identificación dentro o junto a la sala de colecciones y bajo condiciones controladas permite tener un control sanitario ideal de los especímenes. Esto ayuda también a disminuir el movimiento y la aplicación de cuarentena de especímenes que se estudian fuera de la colección general, por ejemplo en oficinas sin control ambiental.

El área de identificación se recomienda usar estereoscopios, cuyas características sean: Olympus SZ 6045, brazo SZ STS, y pie SZ-STU2, con oculares 10x, o 20x, fuente de luz fría Volpi V-Lux 1000 o Eco Light 150. También se usa Olympus SZ 3045, brazo SZ STS, y pie SZ-STU1, con oculares 10x y fuente de luz Eco Light 150. Un modelo económico para transportar al campo es Olympus SD 30, con oculares 10x, brazo SZ STS, pie SZ-STL y luz Micro lite 1000, con anillo adaptador.

Entre el equipo básico de disección se encuentran:

- Pinzas de puntas finas, curvas y rectas, fabricadas en acero inoxidable.
- Bisturí.
- Agujas de disección.
- Regla milimétrica.
- Vernier.

Una biblioteca con la literatura apropiada es un componente fundamental en el área de identificación y en todo el proceso de manejo de colecciones. Se recomiendan principalmente las floras o libros de texto que tratan con la flora local o regional; además obras sobre morfología, terminología, nomenclatura y clasificación de plantas.



Fig. 23. Vista parcial de una biblioteca. Foto: A. Soto.

XII. Distribución e intercambios

a) Distribución interna

Una vez que el material es etiquetado se separa en dos grupos, uno identificado como especie y el otro como familia o género.

Para el material identificado a nivel de familia, se recomienda la construcción de un estante de madera plywood –de 1 cm– del tamaño de una de las paredes, con divisiones similares a las de gabinetes de herbario, aunque ligeramente de mayor tamaño (35 cm de ancho x 35 cm de alto x 60 cm de fondo). En uno de estos estantes se almacena el material por identificar y se ordena por familia. La cantidad de nichos por familia está relacionada con la cantidad de material existente o por ingresar. Cada nicho tiene un rótulo o varios de la(s) familia(s) y su material.



Fig. 24. Gabinete de madera para separar a nivel de familia material por identificar. Foto: A. Soto.

El material identificado a nivel de especie a la espera de ser montado –y distribuidos sus duplicados– se conserva igualmente almacenado en orden alfabético por familia.

Aplicar esta norma de almacenamiento tiene sus ventajas:

- Cuando hay cantidades altas de duplicados por distribuir, a través de un programa activo de intercambios, es más fácil ordenar el envío por grupos taxonómicos.
- Cuando por alguna razón se requiere reunir los especímenes de una determinada colección previamente identificada, es relativamente fácil localizarlos todos.
- Los herbarios internacionales exigen enviar los especímenes en este orden para que la distribución interna del material a los especialistas de su institución sea inmediata. Por consiguiente, la devolución de las identificaciones o su reconfirmación será más rápida.

La política de distribución de duplicados es particular de cada institución. Por ejemplo para el herbario de INBio son de prioridad: Herbario Nacional de Costa Rica (CR) y Missouri Botanical Garden (MO, USA); más otras instituciones internacionales cuya prioridad y cantidad de especímenes enviados varía según la relación de intercambio que se establezca.

Para distribución de especímenes Tipo, vea “Colección de Tipos” (punto XVII) que aparece más adelante.

b) Distribución externa o intercambios

La distribución externa de especímenes se relaciona con la cantidad de duplicados que se hacen por cada colección en campo. El número de duplicados obedece las relaciones de intercambio que deseamos establecer, aunque en promedio oscila entre 4 y 5. En algunos casos, como las especies raras, nuevas o incógnitas, se recolectan 10 o más duplicados, según los que el recolector –con amplio conocimiento en plantas para poder determinar la rareza de lo que recolecta– considere para asegurar una amplia distribución internacional del material.

El desarrollo dinámico de un herbario radica en contar con un buen programa de intercambios. Algunos aspectos claves, en orden de importancia, son:

- Contar con identificaciones certificadas del material en el herbario.
- Obtener literatura taxonómica a cambio de especímenes.

- Construir y fortalecer una red de relaciones.
- Contar con material en herbarios internacionales sirve como referencia para la región y de utilidad para las visitas futuras de profesionales locales que realizan estudios comparativos a una escala mayor.
- El envío de material a herbarios internacionales permite ser citado e identificado en diferentes estudios monográficos o proyectos de floras que se realizan a escala mundial. Éstas son importantes fuentes de información taxonómica y respaldo de la presencia de especies en determinadas áreas, países, etc.
- Es frecuente el intercambio de especímenes por especímenes, especialmente para realizar estudios comparativos en proyectos regionales de floras o trabajos monográficos.

Vale recordar que el material para intercambios debe reunir los requisitos de calidad internacional; deben ser fértiles (con flores y/o frutos) y debidamente preparados. Normalmente cada institución le asigna un valor simbólico (alrededor de 2.5 dólares en algunos casos).

La distribución de los especímenes se hace dentro del papel periódico, debidamente empacados. En general, las muestras se agrupan en paquetes de 15 a 20 especímenes, cubriendo todos los costados con hojas de papel periódico de empaque y luego amarrado en cruz con pabilo. A su vez, cada paquete se cubre y amarra entre dos láminas de cartón y se ubica en cajas de cartón (al menos dos paquetes por caja). Los espacios libres del interior de la caja se llenan con pequeños trozos de estereofón u otro material liviano que pueda amortiguar impactos. Finalmente, cada caja debe ser debidamente rotulada (preferiblemente con una etiqueta), indicando el destino y el nombre de la persona que la recibe.

Entre los materiales recomendados para el empaque de especímenes de distribución internacional están:

- Cajas de cartón: grandes, de 32.5 cm de alto x 30 cm ancho x 44 cm fondo; medianas, de 17 cm de alto y pequeñas, de 12 cm de alto.
- Papel periódico de empaque color café, tipo kraft.
- Pabilo, tipo cáñamo, de 12 kilos de resistencia.
- Láminas de cartón, de 29.7 x 43 cm, de 1 casilla de grosor.
- Watta o espuma de uretano.
- Cinta de empaque.
- Etiquetas.

XIV. Montaje

Este proceso inicia con el material que se ha separado previamente para formar parte de la colección local o bien material enviado como donación o intercambio.

Materiales recomendados para el montaje de especímenes:

- Papel de montaje, 11 ½ x 16 ½ cm, preferiblemente libre de ácido y alto porcentaje de algodón, tipo Heavy weight de la Universidad de California con 100% “rag”; cartulina barnizable calibre 16, etc.

- Goma o pegamento, preferentemente “Elmer blue”; por lo general, se usa cola blanca Resistol 850, da buenos resultados. Las etiquetas de polipropileno requieren un pegamento especial: W 2056 de HB Fuller, se ha usado pero ya no se produce, se recomienda usar entonces Swift 45850 de marca Forbo Adhesives.
- Hilo, preferiblemente encerado, o hilo dental marca Johnson & Johnson.
- Agujas: se recomiendan las curvas que se usan para coser redes de pescar.
- Pesas: pueden ser de diferentes materiales; se aconseja aquellas que no ensucian las muestras, de lo contrario, forrarlas con cinta adhesiva.
- Sobres para guardar las partes caídas (flores, frutos, hojas, etc.), de papel libre de ácido y con un 25% de algodón. Existen tres tamaños: grande, de 10.5 x 13 cm; mediano, de 7.7 x 10.5 cm y pequeño, de 6 x 10 cm.
- Cartulinas o cubiertas (llamadas también camisas) para construir los fólder de familias y géneros. Preferiblemente cartulina amarilla, calibre 16, de 60.4 x 43.2 cm, dobladas por la mitad, de papel libre de ácido y con 100% “rag”.
- Cinta de papel engomado color café, o esparadrapo blanco.
- Guillotina.

Pasos para un buen montaje:

- Pegar la(s) etiqueta(s) antes de la muestra, fijarla(s) en la esquina inferior derecha de la lámina. (Tanto la etiqueta normal como las etiquetas de identificación o aquellas indicativas a colecciones complementarias, por ejemplo: colección de frutos.)
- Es recomendable colocar primero el espécimen sin goma sobre la lámina para calibrar su posición.
- El nombre abreviado del recolector y su número, situados sobre el margen del periódico, sirven de guía para determinar el lado de la muestra que se debe engomar (si hay dudas o se trata de dos o más pedazos de ramitas, asegure mostrar la cara superior e inferior de las hojas).
- En caso de que el espécimen se componga de dos o más ramitas o incluso de plantas enteras (como el caso de hierbas pequeñas), haga una buena distribución sobre la lámina evitando el traslape, en especial sobre estructuras fértiles. Es de gran importancia asegurarse de que las plantas o sus partes muestren el haz y envés de las hojas.
- Aplique la goma con moderación, estableciendo puntos de fijación en la periferia e interior de la muestra, preferentemente sobre estructuras gruesas, como los tallos, o donde la muestra tiene mayor contacto con la lámina. El exceso de goma da mal aspecto y las estructuras se quiebran con facilidad cuando la goma se seca.
- Aplique la goma sobre el espécimen en el papel periódico y no sobre el papel de montaje.
- Una vez el espécimen está pegado sobre la lámina, refuerce con ciertos puntos de costura o cinta engomada o esparadrapo aquellas estructuras más gruesas.
- Si quedaron frutos grandes sueltos (de 10 a 15 cm, o más, de diámetro), lo más indicado es ponerlos en una bolsa plástica con su respectiva etiqueta dentro y llevarlos a la colección de frutos. Asegúrese de pegar sobre la cartulina la etiqueta que indica ver frutos en la colección de frutos.
- Las muestras con tallos gruesos o frutos grandes se deben coser en forma de equis o cruz, con pavilo encerado o preferiblemente hilo dental marca Johnson & Johnson.

- Pegue un sobre para almacenar partes caídas; su ubicación depende del espacio disponible, pero en general se ubican en la esquina inferior izquierda.
- Utilizar pesas sobre las muestras para facilitar el pegado y para que las estructuras permanezcan aplanadas y no se levanten.
- Cuando el espacio es reducido, apile los especímenes montados en forma de torre, separando cada uno con un cartón o lámina de aluminio corrugado. En ocasiones puede ser necesario insertar láminas de papel encerado, para evitar que se adhieran a los cartones. Al final de la torre poner un peso (trozos de plomo, bolsas de arena, etc.) y dejarlo aproximadamente un día.
- Finalmente, poner el sello y el número de herbario, preferiblemente en la esquina superior derecha e izquierda, respectivamente.
- Recorte las partes que se salen del papel de montar, de ser posible colóquelas en el sobre. En cuanto a helechos arbóreos y palmas utilice varias hojas de papel de montar si lo necesita, use una hoja para montar la parte apical, otra para la parte basal y en las otras hojas recorte en un extremo la muestra de tal manera que exponga si los folíolos están alternos u opuestos, el otro extremo de los folíolos debe ser doblado. En el caso de las orquídeas se pueden proteger usando cubiertas para flores con papel encerado o de plano.
- Cuando se trata de muestras mal prensadas de ser necesario rehidrate la muestra vuelva a prensarla y secarla antes de montarla.
- Resaltar las características que se necesitan en la clasificación y consulta.

Se recomienda mantener el material en espera de ser montado almacenado en orden alfabético por familia. Este orden tiene varias ventajas:

- Cuando colaboran voluntarios –en especial con poca experiencia– en el proceso de montaje, se pueden asignar con facilidad aquellos grupos de plantas que no requieren de mucho cuidado durante el proceso y son más fáciles de montar, por ejemplo: *Poaceae*, *Cyperaceae*, etc.
- En una necesidad eventual, facilita la relocalización de un espécimen determinado, previamente identificado.
- Facilita reunir todos los especímenes, previamente identificados, de una colección determinada.



Fig. 25. Montaje de especímenes de herbario. Foto: A. Soto.

XV. Archivado o almacenamiento

El almacenamiento inicia archivando el espécimen o duplicado que previamente se ha montado para formar parte de la colección local.

Como se indicó antes, las dos formas tradicionales de almacenar los especímenes en un herbario son: en orden alfabético y orden filogenético, el primero tiene gran utilidad para un público amplio por su forma sencilla de consulta.

El almacenamiento de colecciones donadas o provenientes de otros países deben ser archivados en un fólder de color diferente (igualmente por especie y orden alfabético) del de la colección general local.

Es de gran utilidad almacenar material montado y en espera de ser archivado en orden por familia. Entre sus ventajas están:

- Permite relocalizar especímenes de interés que se deseen consultar en algún momento.
- Facilita archivar el material en los respectivos gabinetes, porque permite tomar por completo todos los especímenes de una determinada familia y almacenarlos.
- Facilita el trabajo de almacenamiento con ayuda de voluntarios.

El almacenamiento tradicional de los especímenes se hace en gabinetes, que pueden ser de madera o metal. Los sistemas modernos emplean los llamados compactadores que hacen un mejor uso del espacio.

Las características de los gabinetes de algunos de los herbarios son: 2.54 m de alto, 1.10 m de ancho y 54 cm de fondo, con 3 filas de 11 nichos (21 cm de alto x 34 cm de ancho x 54 cm de fondo); en el quinto nicho de la línea del centro se ha agregado una tablilla corrediza, hacia adentro y afuera, para facilitar la consulta de especímenes o en caso de hacer alguna anotación cuando se consultan las muestras. En el lado izquierdo del exterior de la puerta se ubica una etiqueta donde se indica el rango de familias que dicho gabinete contiene o los géneros de tales familias. La capacidad máxima de estos gabinetes es de 1.300 a 1.500 especímenes. Los fólderes para familias y géneros son de 60.4 x 43.2 cm, y se doblan por la mitad.



Fig. 26. Gabinete con especímenes. Foto: A. Soto.

Para hacer sencillo y seguro el transporte y archivado de los especímenes hasta la colección, es necesario contar con carretillas metálicas con rodines libres y frenos, forradas en tres de sus caras con gordomex. Las carretillas están hechas de tubo cuadrado de 1 pulgada, en tres pisos. Su superficie es de 70 cm x 51 cm, cada piso o nivel está a 41 cm uno del otro. Dada la altura de los gabinetes, es necesario utilizar una escalera de tres peldaños, cuyas dimensiones son de 61 cm de alto y 39.5 cm de ancho; cada peldaño se encuentra a 20 cm uno de otro y el último posee una agarradera de 39 cm de alto. Cada peldaño tiene un material antideslizante.



Fig. 27. Carretilla de herbario.



Fig. 28. escalera utilizada para archivar.

Algunos cuidados importantes para el manejo de especímenes, tanto durante la consulta como el archivado, son:

- Mantener las puertas de los gabinetes cerradas, luego de cualquier consulta.
- Manejar siempre los especímenes montados con la muestra viendo hacia arriba y en forma horizontal, tanto al consultarlos como a la hora de archivarlos.
- Es recomendable que haya un fólder para cada familia indicando el nombre, esto facilita la consulta y el archivado. En algunos herbarios también rotulan fólder para aquellos géneros que contienen muchas especies.
- Al archivar un fólder de una determinada especie, es recomendable tomarse un tiempo para confirmar el orden alfabético correcto dentro del nicho y posteriormente ubicar los fólder hacia el fondo y a la derecha del gabinete.
- En caso de encontrar colecciones dañadas o con partes sueltas, deben llevarse al área de montaje para su reparación.
- En caso de colecciones contaminadas con hongos o insectos informar al intendente de colecciones.

- Evitar que los gabinetes contengan exceso de especímenes para evitar el maltrato del material y dificultades en su manipulación.

XVI. Curación

La curación comprende varias tareas o actividades relacionadas propiamente con la colección montada y archivada en los gabinetes. Con frecuencia, el término curación tiende a relacionarse con el nivel taxonómico en que se encuentran los especímenes, sin embargo, involucra más aspectos, como:

- Velar por la salud de la colección, que no presente daños, insectos, hongos, etc.
- Establecer un plan de mantenimiento o reparación de colecciones en mal estado, con partes caídas o sueltas.
- Implementar una clara rotulación de toda la colección.
- Ordenar el material en proceso de ser archivado.

En un herbario moderno, donde la información contenida en la etiqueta de los especímenes se encuentra en una base de datos, el proceso de curación debe ir acompañado paralelamente con el trabajo de corrección de la base de datos: transferir nombres de especies a las categorías de sinónimos, nombres mal aplicados, etc. Además, esta tarea involucra asignar una serie de atributos a cada uno de los nombres de especies, como categorías de hábitos, endemismo, usos, nombres comunes, etc.

XVII. Colección de Tipos

El nombre de un taxón está ligado a la colección que da su origen o a cuyo nombre es asignado. En general, los especímenes de esta colección se protegen de forma especial, dada la importancia que representan como testigos materiales de los nombres. Según las reglas de cada herbario, los especímenes se conservan en una colección separada o intercalada con el resto de la colección general. Cuando la colección es separada, en ocasiones se mantienen bajo un control estricto y a veces hasta bajo llave; cuando son intercalados en la colección, se archivan en fólderes de distinto color.

Existen varias clases de estas colecciones, entre las más importantes están:

- Holotipo: es el espécimen designado por el autor a la hora de oficializar el nombre con la publicación.
- Isotipo: cualquier duplicado del holotipo.
- Neotipo: es un espécimen seleccionado por otro autor como Tipo, cuando todo el material original se perdió o destruyó por algún motivo.
- Sintipo: cualquier colección citada por el autor en la publicación, cuando no se designó un Tipo.
- Lectotipo: un espécimen escogido por un autor entre los sintipos, para que sirva definitivamente como Tipo, si el autor no designó un holotipo.
- Paratipo: un espécimen citado por el autor en la publicación de la especie, exceptuando el holotipo.

- Epitipo: un espécimen seleccionado como tipo interpretativo, porque el Tipo es muy ambiguo.

Dado que el manejo de los especímenes de la colección de Tipos requiere un trato especial, es necesaria una política para su manejo y conservación. A continuación, se detallan los lineamientos de la política de Tipos:

- Durante la distribución del material de una colección de Tipos, proveniente de material recolectado, el holotipo se conserva en el herbario origen y los isotipos se distribuyen según la cantidad de duplicados y preferencia del autor.
- La colección de Tipos se mantiene separada de la colección general y en orden alfabético por familia.
- Toda la información relativa a los especímenes de la colección de Tipos se encuentra en la base de datos institucional, lo cual permite mantener un inventario actualizado.
- La consulta de esta colección es permitida para el personal del herbario y especialistas visitantes, colaboradores o investigadores asociados.
- Una fotocopia de cada Tipo se archiva en la colección general, para indicar que el espécimen existe en la colección de Tipos.
- Una imagen digitalizada (600 dpi) de los especímenes se almacena en la base de datos de imágenes.
- No se permite la disección de las partes reproductivas, excepto previa autorización o aviso.
- Para préstamos, vea política de préstamos.

XVIII. Préstamos

El trabajo taxonómico crea la necesidad de solicitar y enviar material en calidad de préstamo de un herbario a otro, por lo que es necesario definir una política de préstamos. La creación de una política asegura un buen manejo de especímenes y a su vez el prestigio de la institución.

El proceso normal inicia, en la mayoría de los casos, al recibir una solicitud de material. Sin embargo, es frecuente que durante la visita de especialistas, ellos seleccionen el material que se prestará. Para dar trámite a dicha solicitud, se siguen los siguientes pasos:

- Antes de enviar el material en préstamo es importante revisar la cantidad de material existente. Se recomienda siempre dejar material representativo en la colección local, que cumpla con propósitos propios del herbario en sus labores cotidianas de identificación.
- De existir un curador del grupo taxonómico del material solicitado, es importante tener su respaldo para dar seguimiento a la solicitud.
- Almacenar un registro en base de datos, que incluye nombre de la persona, institución, dirección, acrónimo, período de préstamo, listado de los especímenes en préstamo (incluido número de colección y nombres de las especies), etc.

En la base de datos, el listado se logra al leer los códigos de barra, con la facilidad de imprimir desde la base de datos el informe para ser enviado con el préstamo; además, en forma automática se lleva un control de la fecha de vencimiento.



Fig. 29. Materiales utilizados para empaquetar especímenes. Foto: A. Soto.

Se recomienda tomar en cuenta los siguientes pasos para el envío del préstamo:

- El empaque y distribución de especímenes deben seguir las normas indicadas anteriormente.
- Realizar los trámites necesarios para que las autoridades del país emitan los permisos de salida del material.
- Finalmente, se recomienda enviar los especímenes por correo certificado, para evitar el extravío, pérdida o daños ocasionados en el transporte.

Cuando los especímenes son devueltos, deben estar debidamente identificados, completos y en buen estado. Luego de confirmar esto, se trasladan a cuarentena, posteriormente se actualizan las identificaciones en la base de datos y se procede a archivarlos en el herbario en su respectivo lugar.

Debe ser confirmado el estado del material en préstamo solicitado a otros herbarios, llenar y devolver los respectivos formularios de recibido. Ingresar la información a la base de datos para su control: procedencia, número de especímenes, investigador solicitante, grupo taxonómico, fecha, etc. Su conservación y manejo deben seguir normas estrictas internacionales.



Fig. 30. Préstamos almacenados en algunos herbarios. Foto: A. Soto.

XIX. Política de préstamos del material botánico

1. Se harán préstamos sólo a instituciones reconocidas, o sea, herbarios inscritos o en proceso de inscripción en el Index Herbariorum, y nunca los que poseen título personal.
2. La carta de solicitud de préstamo debe incluir el propósito para el cual el material es solicitado, así como la dirección de la institución donde serán depositados y nombre del curador a cargo.
3. Los préstamos se hacen por un período de dos años, y deben retornarse con la mayor brevedad posible (especímenes Tipo sólo se prestan por lapso de un año).
4. Sólo se transferirá un préstamo de una institución a otra si se ha obtenido el permiso del curador de colecciones del herbario que cederá la muestra.
5. Los especímenes son un archivo histórico de varios registros, y deben ser tratados como tales; no se podrá entonces remover ni alterar ninguna etiqueta o anotaciones que existan en ellos, igualmente no debe escribirse sobre ellas o sobre la lámina donde se encuentran montados.
6. Los especímenes deberán ser manipulados cuidadosamente, almacenados bajo condiciones propicias para su conservación (utilizar gabinetes herméticos que estén en un lugar seco, con aire acondicionado, libre de insectos, polvo, etc.) Los especímenes Tipo deberán permanecer en las carpetas donde se han enviado, excepto durante su revisión.
7. La remoción del material de los especímenes no está permitida; sin embargo, se podría aplicar sólo si está bien justificado y con previa solicitud escrita. En el caso de que haya suficiente cantidad de material, está permitido disectar. Partes sobrantes de las disecciones deben ser ubicadas en el sobre que se adjunta al lado del espécimen.
8. **Todos los especímenes deben ser anotados antes de ser regresados.** Por favor, use etiquetas pequeñas de determinación o confirmación, y péguelas preferentemente en algunos de los lados junto a la etiqueta principal. La etiqueta debe llevar el nombre del taxón, su autor, el nombre del identificador y la fecha de determinación.
9. Cuando se devuelvan los especímenes deberán ser empaquetados entre cartones y forrados con material resistente contra golpes, si es posible a prueba de agua, para que no se dañen. Finalmente deberán ubicarse en cajas claramente rotuladas con la leyenda "Material científico sin valor comercial", y deberá cumplirse con los estatutos legales del país donde se ha prestado.

Serán bienvenidas separatas de publicaciones basadas en colecciones institucionales. Deberán ser dirigidas a:

Curador del Herbario

Agregar información de la dirección física del herbario.

XX. Manejo de imágenes de plantas

Las imágenes pueden provenir de las siguientes fuentes:

1. Fotografías.
2. Ilustraciones.
3. Especímenes de herbario.

A continuación, se establecen los procedimientos para trabajar con cada una de éstas.

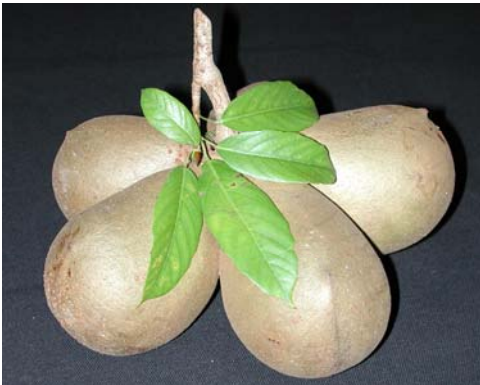
a) Fotografías

Las fotografías de cámara digital deberán ser tomadas en alta calidad, como mínimo 300 dpi, y las tomadas con cámara convencional con el mínimo de ASA que la cámara permita (50 o 100). La calidad de las imágenes debe ser en todo momento determinada por el autor, aunque no queda prohibida la evaluación por otros.

Las fotografías que no cumplan totalmente con las características adecuadas pueden ser aceptadas en casos excepcionales, por ejemplo, si se documentan especies muy raras o únicas y no se cuenta con otras reproducciones.

Es importante asegurarse de que la fotografía tenga buen encuadre del espécimen fotografiado, de tal forma que no queden cortadas estructuras de interés o que quede demasiado espacio libre sin información pertinente.

Ejemplo 1:



Es importante tomar detalles de las flores, frutos u otras estructuras que sean descriptivas de la especie.

Ejemplo 2:



Si se trata de fotografías de especímenes, en la medida de lo posible es importante que se fotografíe la forma de crecimiento de la especie.

Ejemplo 3:



En caso de utilizar una cámara digital, la cantidad de fotografías queda a criterio del autor, siempre y cuando no sean repetitivas o similares, y documenten al máximo todas las características de la especie. Si se usa una cámara mecánica, la regla es la misma, aunque se sugiere un máximo de 10 fotografías. Para el caso de paisajes o ecosistemas se recomienda captar la identidad más clara de dicho hábitat, pueden fotografiarse para ello varias vistas.

En algunos herbarios existe una base de datos institucional principal para conservar las imágenes producidas. Debido a la necesidad de controlar y almacenar en forma ordenada las fotografías tomadas durante el trabajo de campo, hemos creado una base de datos en File Maker para uso exclusivo de la unidad de botánica, y como una forma de priorizar lo que llevaremos a la base institucional según las necesidades del momento. La base se encuentra ubicada en una computadora que funciona como servidor. Para ingresar se debe abrir el programa File Maker, en

menú File/Open, en la opción hosts, buscar la base control de imágenes e insertar la palabra requerida. Luego, se procede de la siguiente manera:

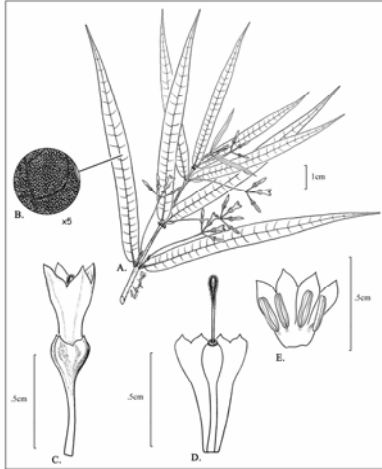
1. En la computadora del área de digitalización se habilitará una carpeta en Documentos Temporales para quien quiera bajar las fotografías provenientes de sus giras. (Cada 22 días borraremos esta carpeta, para no saturar los discos duros.)
2. Cada persona llevará las imágenes a su máquina para identificarlas. La idea es que al mismo momento se genere el registro en la base de datos y se escriba la leyenda completa en cada foto. Señalar en los registros qué imágenes deben introducirse a la base institucional nos permitirá priorizar.
3. La leyenda que se escribe para cada imagen debe ir en el siguiente orden: número consecutivo generado por base de datos, nombre científico, iniciales del colector y número de testigo.
4. Cada persona ordenará sus fotografías en carpetas por familias y debidamente identificadas, y así las pasará al encargado de introducirlas a la base de datos institucional.
5. En el caso de diapositivas un técnico se encargará de escanearlas a 300 dpi de resolución, generar el registro y respaldar (no se escanearán diapositivas que no estén completamente identificadas). Luego, los escaneos se ordenan en carpetas especiales para diapositivas, y se ordenan por familia, luego se archivan bajo llave en el gabinete de madera ubicado en el área de identificación de plantas.
6. Se ingresan las fotografías a la base de datos institucional, priorizando según lo indicado en el File Maker y respetando el protocolo institucional establecido.
7. Cuando las fotografías han sido identificadas y el registro generado, se deben respaldar en DVD, y en un disco externo donde sean accesibles rápidamente.
8. El respaldo se hace de la siguiente forma:
 - Para la copia en disco duro externo, se crearán carpetas con todas las familias de plantas, dentro de ellas carpetas para los géneros y dentro de estas últimas carpetas para las especies.
 - En la computadora de digitalización se ha creado una carpeta llamada “Respaldo quincenal”, donde simplemente se arrastrarán todas las fotografías procesadas cada quincena para luego quemarlas en un DVD (estos discos se numeran consecutivamente). En la base de datos se debe indicar dónde se ha respaldado cada fotografía. Estos discos son almacenados en su respectivo sitio, donde estarán protegidos.

b) Ilustraciones

Normalmente las ilustraciones muestran la imagen de una ramita fértil con sus detalles asociados de partes diagnósticas de la planta. Estas ilustraciones contienen la siguiente información:

1. Nombre de la especie y leyenda.
2. Autor de la ilustración.
3. Fecha de elaboración.
4. Espécimen(es) testigo en los cuales se basó la ilustración.

Ejemplo 4:



Hoffmannia krystel-stephaniana

Autora: Claudia Aragón.

Fecha: 29 de marzo, 2004

El proceso comprende las etapas de elaboración, digitalización y almacenamiento:

I. Elaboración y digitalización.

Existen distintos niveles de detalle cuando se va a elaborar una ilustración:

1. Si es un dibujo para una guía de campo se dibuja la ramita con flores, dando la idea de cómo es la inflorescencia completa (tiene que notarse bien de qué parte del tallo sale, si es axilar o terminal, el tipo de inflorescencia y que exprese el tamaño de cuando está bien desarrollada). Se dibuja el fruto más maduro que se encuentre en las muestras; si la especie da flores y frutos al mismo tiempo se pueden ilustrar en la misma ramita. Sin embargo, generalmente suceden en momentos diferentes y las hojas que acompañan a flores o frutos varían. Dependiendo de la opinión del especialista se agregan además algunos detalles ampliados, cuando éstos son diagnósticos o interesantes para su descripción (glándulas, tricomas, domacios, bordes de hojas, estípulas, etc.). Generalmente son dibujos en blanco y negro, a no ser que haya razones para ilustrarlos en estado natural, en cuyo caso hay que ir al campo a dibujarlos o fotografiarlos para luego elaborar las ilustraciones.
2. Si la ilustración es de una especie nueva y se utilizará para su descripción y publicación en un artículo de revista científica, lleva más detalles. Para esto, se hidratan y se cortan las flores para poder ver y dibujar sus partes (pétalos, sépalos, tépalos, estambres, estilo, ovario, glándulas, flores masculinas, femeninas o estériles, u otras estructuras). Estos detalles serán solicitados por el especialista para comprender mejor lo que está describiendo. Estos dibujos regularmente son en blanco y negro y cada dibujante utiliza su propia técnica.
3. Si es un dibujo para un libro infantil o material educativo será sencillo y esquemático, como una caricatura pero sin perder fidelidad, no debe haber nada inventado.

Para dibujos de plantas en blanco y negro se sigue el siguiente procedimiento:

1. Cada vez que se inicia un proyecto nuevo, el especialista debe proveer al dibujante de la descripción de la especie que se va a ilustrar, una lista de especies para buscar o material de referencia.
2. Luego se buscan muestras en el herbario de la institución, o en el del Museo Nacional o de la Universidad Nacional, si no existiera en algunos herbarios. Se seleccionan muestras que representen la ramita con hojas e inflorescencia más habituales y maduras de la especie. Además, una muestra del fruto de mayor tamaño y forma más común.
3. Se escanean las muestras a 150 dpi, se reducen al tamaño en que se va a ilustrar para hacerlo proporcionalmente, se acomodan las imágenes de las estructuras que se van a ilustrar en un solo documento y se imprime, anotando en esta impresión los siguientes datos:
 - Escala a la que ha sido reducida o ampliada cada parte o estructura. (Esto es muy importante para evitar errores.)
 - Nombre y apellido de la persona que recolectó la muestra y el número correspondiente de cada una de las muestras utilizadas para cada especie.
 - Nombre científico de la especie a la que pertenecen las muestras.
4. Esta impresión es la guía para la ilustración. Con la ayuda de una mesa de luz se elabora con lápiz un boceto de la especie a ilustrar con todas sus partes.
5. Con ayuda de una cámara lúcida se dibujan estructuras más pequeñas que no logra captar el escaneo (no es imprescindible utilizar esta cámara, pero da más exactitud y agiliza el proceso, de otra forma implicaría una muy ardua labor de medida, cálculo y comprobación de las proporciones de cada una de las estructuras).
6. Cada vez que se dibuja una estructura se debe anotar la escala. En este momento es importante consultar la descripción escrita que ha elaborado el especialista y comparar las medidas que allí se expresan.
7. El curador luego revisa el boceto, hace observaciones, correcciones o solicita más detalles y da el visto bueno para continuar.
8. Se entinta el dibujo (la técnica depende del dibujante). El requisito es que sea claro y que represente lo que se requiere. Depende del dibujante si realiza un dibujo totalmente terminado a mano o si luego completa la ilustración en computadora (herramienta de gran utilidad cuando hay que dibujar muchas veces una misma estructura, como las flores para armar una inflorescencia, agregar más hojas a la ramita, detalles, escalas, etc.).
9. Una vez entintado, se le borra el lápiz, se escanea a 300 dpi y se procede a limpiarlos y completarlos con las distintas herramientas del programa Photoshop: con “levels” se puede aclarar el fondo que generalmente queda amarillento, e intensificar el negro de la tinta si fuera necesario; con “filtros-unsharp mask” se le da mayor nitidez especialmente si se modifican escalas o se rotan partes que después de dicha acción se vuelven borrosas. Se pueden trabajar distintos “layers” para facilitar la composición de las estructuras, agregar detalles, escalas, etc. En el caso de los dibujos para artículos científicos se le pone también una letra a cada parte para que luego se agreguen los nombres de las partes o detalles que se ilustraron.
10. Una vez terminado se le devuelve al especialista para revisión, de la cual pueden surgir nuevas correcciones.

Terminado el dibujo se guarda un respaldo con todos los “layers” y se hace una copia “flatten” que es la que se entrega al especialista o a la editorial, en formato .tif, a 300 dpi, o en .jpg, si se

debe enviar por correo electrónico (este formato se trata de evitar, pues cada vez que se abre, comprime información y en algunas ocasiones “inventa” píxeles grises alrededor de las líneas). Es importante siempre guardar un respaldo del documento con sus “layers” en .psd.

II. Almacenamiento.

Las ilustraciones en formato digital serán almacenadas en la base de datos institucional; los originales y una copia de respaldo se mantendrán en la Unidad que los origino.



Fig. 31. Proceso de ilustración. Foto: A. Soto.

c) Digitalización de Especímenes de herbario

Los especímenes serán digitalizados a alta resolución (300 dpi como mínimo), y los especímenes Tipo serán escaneados a 600 dpi; el tamaño de ambos debe ser 5000 píxeles.

Para cada especie se debe digitalizar al menos un espécimen, y en aquellos casos que las flores y los frutos se encuentren en especímenes separados se deben digitalizar dos. La muestra seleccionada debe reunir una buena apariencia estética y científica. En el caso de especímenes que se componen de partes, éstas deben ser digitalizadas también.

Los pasos a seguir para digitalizar especímenes de plantas son:

1. Se toma con cuidado el espécimen seleccionado, si es necesario extraer flores o frutos del sobre para que aparezcan en la imagen.
2. Se voltea el espécimen y se acomoda en el escáner, adhiriéndole a un lado una pequeña regla de papel de 8 cm de largo.
3. En el programa Photoshop, se sigue la ruta File/import/Epson GT 15000, esto abrirá el programa de escaneo.
4. Se pide una previsualización de la imagen con el botón preview y se selecciona el área a escanear.
5. Se escanea usando el botón “scan” (antes, es importante corroborar que en el escáner estén seleccionadas las siguientes opciones: Professional mode, 24 bit color, 300 o 600 dpi). Después de escanear se cierra el software de escaneo.
6. En Photoshop se hacen pequeños ajustes a la imagen digital, por lo general usando las funciones levels o curves, para aclarar un poco la imagen.
7. Se retira el espécimen del escáner y se regresan las partes que se hayan extraído a los sobres. El archivo se guarda con el nombre de la especie del espécimen utilizado.
8. Para guardar la imagen abrir File/Save. El archivo de la imagen de la especie se almacena con su nombre científico y autor. Lo correcto es tener carpetas para cada familia taxonómica e internamente en ellas carpetas para géneros.

9. A cada espécimen escaneado se le estampa el sello que dice imagen digital Flora de Costa Rica.
10. Se debe llevar un registro o control en Excel de todas las especies que se escanean, en el caso de Tipos indicar si es un Isotipo, Holotipo, etc., y dónde se ha respaldado físicamente.



Fig. 32. Área de digitalización. Foto: A. Soto.

XXI. Notas sobre mantenimiento y diseño del herbario

a) Mantenimiento

1. Lo óptimo para implementar un protocolo del manejo de colecciones es contar con el diseño y la estructura física que permitan un buen flujo de los especímenes para su almacenamiento y conservación.
2. Es importante mantener las áreas de trabajo en orden completo, sin interferir con el trabajo científico.
3. Hacer revisiones periódicas de grupos taxonómicos susceptibles al ataque de insectos. Eliminar cualquier foco de contaminación lo antes posible.
4. Hacer revisiones periódicas o establecer un plan con el personal que consulta la colección para detectar y separar los especímenes que requieran ser reparados o llevados al área de montaje para su mantenimiento.
5. Las condiciones ambientales bajo las cuales se debe mantener la colección son de 18 a 20°C y de 50% de humedad relativa.
6. En caso de presencia de plagas, se fumiga con un producto gaseoso biodegradable que destruya la plaga y no afecte la salud humana. Luego de la aplicación del gas es recomendable prohibir el acceso a la colección por el tiempo necesario que determina el experto (generalmente es de 3 a 4 días).

b) Diseño

Las principales secciones que deben existir son:

Recepción. Es importante que haya un espacio para recibir al público y recibir el material. Aquí se pueden exhibir exposiciones temporales de temas relacionados con plantas y publicaciones.

Área de secado. Debe existir suficiente espacio para que varias personas trabajen simultáneamente. También se debe contar con un espacio para almacenar todos los materiales requeridos para el secado del material.

Cuarentena. Contar con un espacio para ubicar al menos un congelador, que será indispensable para realizar la labor de cuarentena del material. Bolsas plásticas y etiquetas para rotulación deben ser parte de esta sección.

Zonas de trabajo. Son sitios destinados para el proceso de muestras en general; pueden incluirse el área de digitación, montaje, empaquetado y envío, área para identificación, digitalización de imágenes y biblioteca.

Oficinas. Lugar que permite mayor privacidad para trabajar. Si existen los recursos económicos se debería incluir una mesa de trabajo, un computador, un estereoscopio, gabinete para colocar especímenes temporalmente en estudio y una biblioteca personal.

Espacios para descanso y alimentación. Área donde el personal puede consumir sus alimentos. Además, si presenta un buen diseño podría convertirse en una sala para reuniones, charlas y conferencias. Esta área debe estar separada de las áreas de trabajo y colecciones, con el fin de no contaminar a los especímenes.

Área de colecciones. El espacio para colecciones secas no debe poseer ventanas, porque la luz ultravioleta que se filtra afecta a largo plazo a los especímenes. La iluminación dentro de dicha sala debe ir de acuerdo con la distribución y el tipo de gabinetes que se utilicen. En la medida de lo posible, evitar que la luz de los fluorescentes no dé directamente sobre los especímenes, para que los rayos ultravioleta no les afecten. Los pisos y cielo raso deben ser sellados por completo. Para las puertas de entrada se recomienda un sistema de doble puerta para disminuir la contaminación y los cambios bruscos de temperatura.

Colecciones húmedas. Es necesario ubicarlas en una sección aislada y ventilada, ya que por la evaporación de gases puede producirse un incendio. Esta área debe estar provista con extinguidores de incendio y alarmas de humo y sensores de calor.

XXII. Bibliografía

1. Benavides R. C., A. Cascante M. y A. Ruiz B. 1996. *Herbario Nacional de Costa Rica: técnicas y manejo*. Museo Nacional de Costa Rica, Departamento de Historia Natural, Herbario Nacional. 1ra. ed., San José. 22 pp.
2. Bridson, D. and L. Forman (eds.). 1992. *The Herbarium Handbook*. The Board of Trustees of The Royal Botanic Gardens, Kew, UK. 93 pp.
3. Brummitt, R. K. (comp.). 1992. *Vascular Plant Families and Genera*. Royal Botanic Gardens, Kew. 804 pp.
4. Brummitt, R. K. and C. E. Powell. 1992. *Authors of Plant Names*. Royal Botanic Gardens, Kew. 732 pp.
5. Font Quer, P. 1982. *Diccionario de Botánica*. Editorial Labor, S. A., Barcelona. 1244 pp.
6. Harris J. G. and M. W. Harris. 1999. *Plant Identification Terminology. An Illustrated Glossary*. Spring Lake Publishing. Sixth printing, USA. 188 pp.
7. Mabberley, D. J. 1997. *The Plant-Book*. University Press, Cambridge. 858 pp.
8. Metsger, D. and S. C. Byers (eds.). 1999. *Managing the Modern Herbarium. An interdisciplinary approach*. Society for the Preservation of Natural History Collections, Washington DC. 384 pp.
9. Moreno, N. P. 1984. *Glosario Botánico Ilustrado*. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos, Compañía Editorial Continental, S. A. de C. V. Xalapa, Veracruz, México. 300 pp.
10. Victor, J. E; M. Koekemoer; L. Fish; S. Snithies and M. Mössmer. 2004. *Herbarium Essentials: The Southern African Herbarium User Manual*. Southern African Botanical Diversity Network. Report N° 25. 93 pp.
11. Lot, A. y F. Chiang (comp.). 1990. *Manual de Herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos*. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C. México. 142 pp.