

12

TÉCNICAS DE RECOLECTA DE PLANTAS Y HERBORIZACIÓN

Arturo Sánchez-González y Manuel González Ledesma

Introducción

El conocimiento y conservación de los recursos biológicos de México son de interés relevante porque representan sus principales bienes y servicios. La riqueza florística de México es muy elevada; se estima que el número probable de especies de plantas oscila entre 25,000 y 30,000, de las cuales cerca del 60% son endémicas (Rzedowski, 1998). La alarmante y creciente modificación de las comunidades naturales hace necesario un inventario biológico lo más completo posible, a corto plazo (Dirzo y Raven, 1994), y la taxonomía vegetal es fundamental en la catalogación de esta biodiversidad (Chiang, 1989; Dávila y Sosa, 1994).

La palabra herbario originalmente se refería a un libro de plantas medicinales, pero en la actualidad denota una entidad que maneja una colección de ejemplares vegetales en una secuencia de clasificación aceptada, que está disponible para su consulta (López y Rosas, 2002). Los ejemplares contenidos en los herbarios son imprescindibles para la realización de estudios florísticos, ecológicos, fitogeográficos y sistemáticos. Además, como colección de plantas secas, identificadas y ordenadas, éstas son por sí mismas registros permanentes de la biodiversidad (Quesada *et al.*, 1999).

La exploración, la recolecta y la herborización de ejemplares son indispensables en el proceso de conformación de un herbario. En este trabajo se describen algunas de las técnicas de recolección y herborización encontradas en la literatura, con énfasis en ejemplares de los grupos de plantas que requieren tratamiento especial.

Plantas no vasculares: briofitas

Estas pequeñas plantas incluyen los musgos, las hepáticas y los antoceros. Su ciclo vital consta de una fase de vida larga, el gametofito, el cual se reproduce sexualmente, y un esporofito de vida corta, el cual se reproduce por esporas.

Las técnicas para recolectar, preservar y almacenar briofitas son ligeramente diferentes a las de las plantas vasculares (BCMF, 1996).

Recolecta y secado. Es preferible recolectar los ejemplares en bolsas o envolturas de papel, pues mantienen una mejor calidad cuando se secan en las bolsas donde se van a almacenar. Para el secado, los ejemplares se extienden sobre o dentro de las envolturas. El secado es crucial; los ejemplares pueden pudrirse o volverse quebradizos si no se secan adecuadamente. El uso de un pequeño marco de madera, inserto dentro de la envoltura, ayuda a proteger ejemplares delicados y a mantener su forma tridimensional (Bowles, 2004). En especies con ejemplares grandes, éstos deben presionarse ligeramente en papel periódico para que no estén muy abultados cuando se empaqueten, pero no se requiere el prensado como en las plantas vasculares; la presión deforma los tallos y puede modificar la posición de las cápsulas (Delgadillo, 1986). Los musgos no son susceptibles a los hongos, pero si permanecen húmedos pueden continuar creciendo, frecuentemente en forma muy diferente a la normal e imposibilitar la identificación posteriormente. Musgos tales como *Sphagnum* retienen el agua, a menos que se expriman bien cuando se recolectan. Con las briofitas, un problema a encarar es contar con un espacio grande para el secado de los ejemplares (Forman y Bridson, 1989; Bowles, 2004).

Preparación de los ejemplares. A diferencia de las plantas vasculares, se requiere recolectar menor cantidad de material. Dos muestras de 13.5 x 10 cm o del tamaño de la palma de la mano son suficientes. Es necesario recolectar ejemplares con esporofito pues con frecuencia éste es necesario para la identificación. La forma del ejemplar se puede moldear si se humedece con agua; esto se hace conforme a los patrones de crecimiento natural, de tal manera

que las estructuras importantes sean visibles. No es conveniente recolectar plantas si se sospecha que la especie está declinando en número, en su lugar se toman fotografías (BCMF, 1996; Bowles, 2004).

Protección en el campo. Los ejemplares deben mantenerse fríos y húmedos o ser secados de inmediato, de otra forma los hongos crecen rápidamente y los arruinan. Si las plantas se transportan en bolsas de plástico, es necesario eliminar el agua antes de sellarlas para evitar triturar el espécimen. Las células de muchas hepáticas foliosas poseen “cuerpos de aceite” que se destruyen con la deshidratación y que son necesarios para la identificación. Algunas hepáticas talosas no se pueden identificar si están secas, por lo que deben identificarse tan rápido como sea posible una vez recolectadas o refrigerarse hasta su posterior estudio (BCMF, 1996).

Además de la información estándar, muchas claves de identificación de briofitas usan al tipo de sustrato como un carácter para separar especies, tal como leño en descomposición, ramas, humus, suelo mineral y roca; por lo tanto es importante recabar estos datos en la libreta de campo.

Plantas vasculares: pteridofitas

Los helechos y plantas afines se denominan pteridofitas. Algunas especies son bien conocidas, por ejemplo las de los géneros *Lycopodium* y *Equisetum*. Típicamente, las pteridofitas tienen órganos fotosintéticos llamados frondas, los cuales se asemejan a las hojas de otras plantas vasculares. En los helechos los esporangios se encuentran usualmente en los márgenes de, o bajo, las frondas; en muchas plantas afines las esporas están arregladas o agregadas de diferente manera, por lo que para hacer una buena recolecta es necesario inspeccionar con detalle la planta (de preferencia con una lupa) para detectar la presencia de los esporangios (Forman y Bridson, 1989). Las pteridofitas varían en tamaño, de pequeñas a grandes; la mayoría son de tamaño medio. Las técnicas para recolectar, preparar y montar ejemplares son casi las mismas que en las gimnospermas y las angiospermas; pero la labor es en general más sencilla, pues los helechos normalmente no son tan rígidos como las plantas leñosas y las frondas son usualmente planas, de dos dimensiones (Croft, 1999).

Recolecta de material fértil. La clasificación de las pteridofitas se basa en el arreglo y la estructura de las partes reproductivas del esporofito: los esporangios desarrollados, que con frecuencia se presentan como puntos de color café, negro o como polvo sobre la parte inferior de la fronda. Las frondas infértiles (sin esporangios) son difíciles de comparar e identificar, por lo que no sirven como ejemplares de herbario (Forman y Bridson, 1989; Chater, 2000; Lyne, 2003). En los helechos con frondas dimórficas (frondas fértiles y estériles de diferente forma y tamaño) es necesario recolectar ambas (Croft, 1999).

Recolecta de puntas, bases y rizomas. La presencia y la forma de las escamas y pelos, en la base del estípite (tallo principal) o sobre el rizoma, son características muy importantes para la identificación desde el nivel de familia hasta el de especie. Cada ejemplar debe incluir el ápice, la base del estípite y los pelos y/o escamas asociados (ya sea como parte del ejemplar o por separado), y es necesario tomar nota o hacer un dibujo de las partes que no podrán observarse posteriormente (Forman y Bridson, 1989; Croft, 1999).

Recolectas intercaladas. Cuando los ejemplares recolectados pertenecen a diferentes poblaciones se requiere una particular atención para evitar recolectar organismos de dos (o más) especies diferentes como si fuera una sola.

Notas de campo. Las notas de campo son parte esencial de cualquier colección de herbario y se requieren para definir la singularidad de una colección, para localizar el ejemplar en el espacio y en el tiempo, y para tener una visión amplia de la morfología y distribución de las especies. Entre mayor información se proporcione, más valor tiene la colección. Un ejemplar bien preparado puede durar siglos y permanecer como el último vestigio de la presencia de una especie en una región (Croft, 1999).

Fotografías. Las fotografías aportan información adicional invaluable. Las fotografías son útiles para mostrar el hábito y el arreglo tridimensional de las plantas y sus frondas, así como el color y la textura. Las pteridofitas con frecuencia crecen en lugares húmedos y oscuros donde es difícil fotografiarlas; en tal caso, se recomienda usar un trípode, el flash y tratar de separar la planta de las circundantes (Croft, 1999).

Procesamiento del material. Los helechos son muy deli-

cados y se marchitan o dañan fácilmente, por lo que deben prensarse tan rápido como sea posible. Cuando se transportan en bolsas de polietileno por periodos largos de tiempo tienden a decolorarse, compactarse y romperse. Es importante hacer las anotaciones en el momento de la recolecta para no olvidar o confundir la información, especialmente cuando las recolectas son en diferentes localidades (Croft, 1999).

Preparación de los ejemplares. Deben seleccionarse individuos vigorosos y en lo posible libres de daño físico, de insectos, de hongos y de agallas. El material adicional se selecciona con el fin de mostrar el espectro de variación presente en un individuo o población (formas peculiares, patrones de crecimiento). De los rizomas o tallos subterráneos se debe eliminar el suelo, el musgo u otros materiales extraños. Después de la recolecta los ejemplares deben prensarse y secarse tan rápido como sea posible, antes de que las frondas se marchiten. Las frondas se arreglan de manera que se muestren las caras abaxial y adaxial; cuando son grandes se doblan o se cortan en piezas para ajustarse al tamaño de la hoja de herbario. Si las bases del estípite y los rizomas son muy grandes pueden almacenarse por separado. Para evitar confusiones se rotula cada hoja (al menos la primera y la última) con las iniciales del colector y con el número de recolecta (Chater, 2000).

Pteridofitas con tratamientos especiales

Croft (1999) menciona que los helechos y plantas afines muestran un amplio espectro de variación en hábitat y morfología, por lo que algunos de ellos requieren tratamientos especiales que se describen a continuación.

Helechos acuáticos. Deben secarse tanto como sea posible antes del prensado, de otra forma el papel secante y el cartón corrugado se humedecen en exceso. Cuando los ejemplares se adhieren al periódico se recomienda usar hojas de papel de seda. Es conveniente lavar a conciencia los ejemplares antes del secado para eliminar fango y sedimentos del rizoma y las raíces.

Cheilanthes y otros helechos. *Cheilanthes* y géneros relacionados de Adiantaceae se desarrollan en ambientes secos y relativamente severos, por lo cual crecen durante los periodos de humedad y se marchitan con la sequía. En

la temporada de lluvia absorben agua, “resucitan” y continúan creciendo. Cuando las plantas recolectadas están marchitas, todavía pueden ser buenos ejemplares de herbario si se remojan en agua toda una noche; una vez hidratadas y flexibles se prensan y ponen a secar.

Helechos con frondas grandes. Las frondas grandes deben reducirse mediante poda, doblado, o ambas, para obtener un buen ejemplar. En algunas especies, las pinas grandes pueden ajustarse a la hoja de papel doblándolas por la mitad o en zig-zag, de tres a cuatro veces. Pueden eliminarse las pínulas de uno de los dos lados de la pina para reducir el traslape y el espesor. Los ejemplares se arreglan de manera que se observen ambas superficies de la fronda. Cuando un espécimen se divide en partes es importante etiquetar cada una de ellas, pero no es necesario conservar todas. Generalmente es suficiente guardar la punta de la fronda, la parte media de la pina más grande, una pina basal (frecuentemente la pina más grande) y anotar la longitud y amplitud de la fronda, la longitud del estípite (desde la unión de la pina basal hasta el rizoma) y, si es posible, describir la forma general de la fronda (elíptica, ovada, lanceolada, oblonga, triangular, romboide).

Helechos epífitos. Algunos helechos crecen en el dosel de los árboles. En general son plantas grandes, por lo que las técnicas de recolecta son semejantes a las de los helechos con frondas grandes. Pueden tener un rizoma trepador a lo largo del árbol o un rizoma terrestre con estípite y raquis trepador. En ambos casos se recolecta una porción del rizoma con sus escamas y/o pelos, se anota el tamaño de la planta, el tamaño de las frondas o pinas, el espaciado de éstas (cuando no sea obvio en el espécimen prensado), a qué altura sobre el árbol crece la planta y si las frondas son erectas, horizontales o péndulas. En algunas especies las frondas de la parte inferior son bastante diferentes en apariencia a las de la parte superior; si es el caso, deben recolectarse ambos tipos.

Helechos arbóreos (Cyatheaceae). Antes de la recolecta se anota la talla de la planta, la longitud de las frondas (pueden medir entre 1 y 3 m), si éstas se encuentran en diferentes verticilos (número de frondas en cada verticilo), el largo de las pinas, el color, la forma y la disposición de los soros. Se preparan de la misma manera que los helechos con

frondas grandes y se recolecta: 1) la base del estípite con escamas o pelos (se anota si la base es perenne o caduca); 2) una sección intermedia con un segmento lateral completo de pinas adherido a la vena principal (eliminar el otro lado) y 3) si es posible, una pina basal (o se anota su longitud). Si es necesario, las frondas deben cortarse cada 30 cm de longitud para facilitar el manejo (Croft, 1999; Rodríguez y Rojas, 2002; Lyne, 2003).

Marattiaceae (Marattia y Angiopteris). La técnica de recolecta es semejante a la de los helechos con frondas grandes. A pesar de su tamaño y succulencia, se secan con rapidez y facilidad en una prensa convencional. Las bases del estípite (hinchadas y con aurículas carnosas) son un reto particular; aunque se pueden cortar a la mitad para reducir su grosor requieren de largo tiempo para secarse por completo.

Polypodiaceae. La mayoría son plantas epífitas grandes adaptadas a condiciones extremas de humedad y de luz. Sus frondas son con frecuencia rígidas, succulentas, coriáceas y tienen la capacidad de retener el agua durante largos periodos de calor y sequía. Por ello son los helechos más difíciles de secar. El calor en exceso los oscurece, y es importante asegurarse que haya una buena circulación de aire. Los ejemplares secan más rápido si se sumergen en alcohol o en petróleo por un minuto o dos; así, al morir las células superficiales se elimina la cera de la cutícula. Si se aplica el tratamiento, debe registrarse en las etiquetas de campo.

Hymenophyllaceae o helechos "membranosos". Debido a su fragilidad y pequeño tamaño la mayoría de los helechos membranosos requiere atención especial. Para evitar extraviarlos es buena idea poner los ejemplares en bolsas de papel antes de secarlos en el periódico. Las especies de Hymenophyllaceae secan en pocas horas, las frondas son ligeras y frágiles, por lo que requieren de un manejo delicado.

Plantas vasculares: angiospermas

Recolecta de ejemplares. Los ejemplares a recolectar deben incluir idealmente flores, frutos y partes vegetativas. En muchos casos esto no es posible, pues la fructificación y la floración no se presentan al mismo tiempo. De cualquier forma, en ocasiones se encuentran remanentes del crecimiento del año anterior en la base de la planta o sobre otros individuos cercanos. Los frutos o semillas sólo se recolectan si se está

seguro de que pertenecen a la misma planta. Los ejemplares deben ser representativos, saludables y con al menos algunas hojas completamente expandidas. Las plantas deben recolectarse en su hábitat típico: si una especie crece normalmente en bosque de pino no es conveniente recolectarla en la orilla de caminos, pues algunas veces la forma de las hojas, el color de la flor y otras características se alteran completamente cuando las plantas crecen con alta luminosidad solar (Radford *et al.*, 1974; Bowles, 2004; Hadlow, 2004).

Las plantas vasculares pequeñas se recolectan completamente; las raíces y los tallos rastreros o subterráneos frecuentemente son útiles, y algunas veces esenciales, para la identificación. Si el ejemplar es una herbácea grande, como un cardo, se deben incluir hojas de la base, tallo suficiente como para mostrar la variación en sus hojas, así como material en floración y fructificación. Las plantas pequeñas pueden prensarse juntas para tener suficiente material para montaje y estudio. Si es necesario, las partes pequeñas como las semillas se colocan en bolsas pequeñas de papel dentro del folder de periódico. Los frutos grandes o bulbos se cortan frecuentemente a la mitad o en rebanadas antes de prensarse. Para minimizar el daño a los árboles y a los ejemplares, las ramas se cortan con un cuchillo limpio o con tijeras (Bowles, 2004; Frank y Perkins, 2004).

A cada ejemplar recolectado se le asigna un número de recolecta que debe escribirse claramente sobre la parte externa del folder de periódico. Los datos ambientales se anotan en el cuaderno de campo. Si hay suficiente material disponible, se recomienda prensar al menos tres ejemplares, especialmente si la flora de la región es poco conocida. La distribución de los ejemplares en varios herbarios facilita la identificación de las especies (Frank y Perkins, 2004). Las siguientes son algunas recomendaciones básicas para la recolecta de ejemplares (BCMF, 1996):

- Seleccionar ejemplares en buenas condiciones, libres de daño por insectos, de hongos o de enfermedades.
- Seleccionar plantas con partes maduras (hojas, tallos, raíces, flores, frutos u otras estructuras reproductivas) bien desarrolladas.
- Seleccionar ejemplares que representen el intervalo de variación de la población, no ejemplares atípicos.
- Recolectar plantas completas cuando sea posible, aún si

éstas son grandes (la planta puede dividirse al momento del prensado).

- Recolectar suficiente material representativo de cada especie como para llenar tres hojas estándar de herbario (30 x 42 cm).
- En herbáceas, recolectar al menos tallos, hojas, flores o frutos; en árboles y arbustos, ramas con hojas y flores.
- Recolectar flores y frutos extra, para su posterior disección.
- Retener tanto del sistema radicular como sea posible. Remover el exceso de suelo, pues este puede causar malformaciones y deterioro en algunas plantas.
- Poner todos los ejemplares de la misma especie, de una misma localidad, dentro de una bolsa o carpeta de colección.
- Conforme se recolectan los ejemplares asignarles un número de recolecta.

Protección en el campo. Es muy importante colocar las plantas en una prensa y secarlas tan rápido como sea posible, con el fin de prevenir infecciones por hongos. Esto significa que deben prensarse el mismo día de la recolecta; el retraso puede causar una diferencia significativa en la calidad del ejemplar. Algunas especies delicadas, como *Campanula*, pierden rápidamente su color y estructura; en algunas Asteraceae los pétalos y cabezuelas se enrollan (Bowles, 2004; BCMF, 1996; Frank y Perkins, 2004).

De cualquier forma, muchas plantas pueden mantenerse en condiciones razonables por más de una semana si se manejan apropiadamente y se mantienen húmedas, frías y sin presión dentro de bolsas de plástico. La deshidratación o la saturación con agua pueden dañar al ejemplar. Al regresar del campo, las plantas deben colocarse en un cuarto frío hasta que sean prensadas (Radford *et al.*, 1974).

Las siguientes son algunas sugerencias para mantener las plantas frescas en el campo (Radford *et al.*, 1974; BCMF, 1996; Bowles, 2004):

- Eliminar el exceso de aire de las bolsas de plástico y sellarlas.
- Mantener las bolsas en un lugar frío, tal como cerca de un río, a la sombra de un árbol o en una hielera.
- Rociar agua fresca dentro de las bolsas o colocar papel húmedo cuando el tiempo sea caluroso.

- Eliminar el exceso de humedad o secar las plantas por la mañana cuando el tiempo sea lluvioso.
- Algunos ejemplares leñosos pueden colocarse en agua para evitar que las hojas se marchiten.

Preservación de ejemplares. Los dos pasos cruciales en la preservación del material vegetal son el prensado y secado. Después de que el ejemplar se ha extraído o cortado debe prensarse tan rápido como sea posible; el cuidado que se tenga determinará su valor de uso futuro. El ejemplar se coloca en una hoja de periódico u otro tipo de papel absorbente. Las plantas de más de 30 x 42 cm deben doblarse en forma de V, N o M (machacar un poco el tallo antes de doblarlo previene su ruptura). Cuando las plantas son grandes, es preferible tener varias hojas de periódico, que una con demasiado material. Los ejemplares se arreglan de manera que las hojas muestren el haz y el envés y las flores e inflorescencias con tantas superficies o vistas como sea posible. Algunas flores se cortan longitudinalmente para mostrar sus partes internas. En órganos excesivamente voluminosos y carnosos, como los tallos y frutos, se realizan cortes longitudinales y transversales (Radford *et al.*, 1974).

El prensado correcto evita que las plantas o sus partes se enrollen o fragmenten y que las características requeridas para la identificación sean visibles. Los ejemplares se colocan en una prensa de recolecta, que consiste en dos marcos de madera, cartón corrugado (para permitir el flujo de aire a través de la prensa), papel periódico (papel secante y contenedor del ejemplar) y correas o lazos resistentes para ajustar la prensa. El objetivo del prensado es extraer la humedad lo más pronto posible, para preservar la integridad morfológica de la planta y producir material que sea fácil de montar en las hojas de herbario (cartulinas libres de ácido) para su conservación (Frank y Perkins, 2004). Para evitar que un ejemplar pierda su color y se torne quebradizo se requiere de un tiempo adecuado de exposición al calor, del flujo de aire seco, del cambio continuo de los periódicos de la prensa para acelerar el proceso de secado, así como del ajuste diario de ésta para evitar que los ejemplares se arruguen. Si se cambia el papel periódico regularmente las plantas deben secarse razonablemente bien en una semana. Los mejores resultados se obtienen con el uso de una secadora eléctrica que provee

de un calor ambiental constante (35-45° C). El secado rápido promueve la mejor retención del color de la planta, en cambio las temperaturas altas o un tiempo de secado largo, generan ejemplares oscuros, decolorados y quebradizos (Radford *et al.*, 1974; Frank y Perkins, 2004).

Recomendaciones para el prensado y secado de los ejemplares (BCMF, 1996):

- Escribir el número de recolecta sobre la esquina inferior derecha de la hoja de periódico, por dentro y por fuera.
- Escribir, si se conoce, el nombre de la familia en la parte externa.
- Arreglar las plantas cuidadosamente y con un mínimo de solapamiento.
- Abrir algunas flores para mostrar el arreglo de las partes florales y la presencia o ausencia de brácteas del involucro.
- Aplastar los frutos grandes sobre el papel o cortarlos en partes para acelerar el proceso de secado. Colocar las semillas o frutos secos en sobres cerrados. Escribir el número de recolecta en el exterior del sobre.
- Voltar algunas hojas o una parte de una sola hoja grande para mostrar el envés.
- El número de hojas de periódico sin un cartón separador depende del espesor y contenido de humedad de las plantas.
- Las plantas pueden rearrreglarse fácilmente, para lo cual se abre la prensa después de dos o tres horas; deben estar flácidas, todavía flexibles.
- Revisar y cambiar el papel húmedo todos los días; extraer los ejemplares conforme se vayan secando.
- Ajustar la prensa diariamente. Cuando esté llena, poner dos cartones separadores y otro panel de respaldo sobre la parte superior. Ajustar las correas tanto como sea posible y mantenerlas ajustadas hasta que finalice el secado.
- Poner hojas de caucho o pequeños rollos de papel sobre la parte de arriba, o a lo largo, de las plantas voluminosas para distribuir la presión equitativamente.
- Asegurarse que el cartón corrugado tenga espacios de aire y no se haya compactado con el uso.

Sugerencias para la recolecta de grupos difíciles de plantas vasculares

Con algunos taxones es más complicado obtener buenos ejemplares que con otros, por lo que se deben tener presentes detalles adicionales que se explican a continuación:

Cicadas. Los ejemplares deben incluir un cono o al menos algunas hojas reproductoras (esporófilas). También se debe incluir una hoja entera (la fronda entera, no una pínula individual) y se estima cuántas hojas están presentes en la copa de la planta. Como las hojas pueden variar en longitud, desde 50 cm hasta 3 m, se pueden cortar en segmentos de 30 cm de longitud para facilidad de manejo (Lyne, 2003).

Pinaceae. Los conos del ejemplar se separan para el prensado y se mantienen en envolturas o bolsas. Las etiquetas deben llevar una referencia cruzada. Se prensan brotes laterales, brotes y yemas terminales y se fotografía o describe la corteza y la forma de la copa. Es muy difícil evitar que las hojas se desprendan durante el secado (Chater, 2000).

Asteraceae. Idealmente los ejemplares deben incluir cabezuelas en floración y fructificación. Esto no es siempre posible, así que con las cabezuelas en floración es suficiente. En el caso de arbustos o árboles se incluyen ramas con hojas y se anota si hay o no látex al momento de la recolecta. Si la planta es pequeña se recolecta completa (Lyne, 2003).

Araceae. Es común que los miembros de esta familia presenten una epidermis virtualmente impermeable que les permita seguir creciendo en la prensa después de la recolecta. Lo más recomendable es secarlos o fijarlos inmediatamente y anotar las características que podrían ser imperceptibles cuando sequen: color de la planta, color de la savia, cubierta o vestidura de sus superficies, venación de las hojas, etc. Las aráceas pequeñas se recolectan completas; si sobrepasan el tamaño de la cartulina de montaje se hace un doblez (sólo uno). En los ejemplares más grandes se obtienen fragmentos de tallo, pecíolo, lámina foliar, pedúnculo, espata y espádice. Cuando las hojas son muy grandes se seccionan considerando su simetría (en hojas simétricas se elimina uno de los lados y se deja la nervadura principal) y se hacen los dobleces necesarios. En las plantas grandes es necesario utilizar varias hojas de periódico para el prensado, sin olvidar etiquetarlas (Rodríguez y Rojas, 2002).

Arecaceae. En ésta, la familia de las palmeras, es importante incluir una porción de tallo, seccionado por la mitad cuando es demasiado grueso. Se anota el tipo de inserción de la vaina en el tallo, la presencia o ausencia de espinas y su disposición. En las hojas se describe si el limbo es de forma palmada (*Mauritia* sp.) o pennada (géneros *Astrocaryum* y *Bactris*). En este último caso, se anota si las pinas se encuentran en un solo plano, número de pinas por lado, tamaño total de la hoja y tamaño de las pinas basales, centrales y terminales. En ambos casos se toman muestras de pecíolo, parte basal, central y terminal de la hoja; en lo posible se cortan las pinas laterales, excepto el segmento apical. Se anota el número de hojas por individuo y se incluye información sobre la posición de las inflorescencias en el tallo (panícula o espádice con sus espatas). Si las semillas son muy duras y grandes es necesario partirlas por la mitad. Una muestra con todas estas partes se considera un ejemplar completo (se sugiere recolectar cinco). La identificación de las especies a partir de material escaso o fragmentado y con datos incompletos es prácticamente imposible en las palmeras (Rodríguez y Rojas, 2002).

Heliconiaceae. Para el pseudotallo (conjunto de hojas superpuestas), anotar la longitud, el diámetro, la presencia de sustancias cerosas en la superficie, la presencia o ausencia de color en la savia al momento del corte. Para las hojas, si son erectas o péndulas, largo y ancho de la lámina, longitud del pecíolo, color, serosidad, manchas, rayas o líneas en el pecíolo, márgenes del pecíolo (especialmente en donde se juntan con el pseudotallo). Si las hojas son grandes se toman muestras de las del pecíolo, basales, medias y terminales; en caso de ser muy anchas, remover la mitad sin afectar la nervadura media o principal. Para la inflorescencia, tener en cuenta si es erecta, semipéndula o péndula; número de "cabezuelas", si éstas son compactas o distantes; color de las brácteas florales, externa e internamente, y de los botones florales; si el raquis es péndulo (vertical), ligera o marcadamente sigmoideo (en forma de S). La inflorescencia debe seccionarse en partes que no excedan el tamaño de la cartulina de montaje, pero antes se debe anotar el color del raquis, inflorescencia, brácteas, flores y frutos (Rodríguez y Rojas, 2002).

Orchidaceae. Si no hay suficientes plantas en floración se sugiere recolectarlas vivas y transportarlas en cajas de cartón o envueltas en periódico. El tamaño y la forma de crecimiento determinarán la forma de recolección. Si las plantas son de menor tamaño que la hoja de herbario se recolectan completas (si son muy pequeñas, se incluyen varias). Si las plantas son grandes se seleccionan piezas fértiles y vegetativas contiguas; se incluyen detalles del rizoma, de la emergencia de las inflorescencias, de segmentos representativos de las raíces y de su longitud original (Aguirre, 1986). Cuando las plantas o las porciones seleccionadas son voluminosas o suculentas se hacen cortes para facilitar el secado, los cuales deben ser discretos, de preferencia al reverso de la superficie a mostrar. En los rizomas y pseudobulbos se hacen cortes longitudinales y se extrae el tejido vascular y el parénquima con una cuchara. Las hojas suculentas o coriáceas se perforan superficialmente en el envés con una navaja delgada. Las inflorescencias largas se doblan o bien se cortan y montan en hojas adicionales; la porción emergente (apical o lateral) de la inflorescencia es un carácter taxonómico muy importante que debe ser visible. Si las flores son delgadas se presnan directamente, y si son gruesas, se hierven por unos segundos antes del prensado y secado. Se incluyen algunos frutos maduros, y si son gruesos, se realizan cortes longitudinales para facilitar el secado. La temperatura de secado debe ser moderada, para evitar, en lo posible, que algunos ejemplares o sus partes se deformen u oscurezcan (Aguirre, 1986). Es común que los ejemplares de herbario se reemplacen con fotografías a color de la planta completa y de la flor (Chater, 2000).

Orobanchaceae. Como en las orquídeas, se identifican mejor a partir de la observación de las flores frescas, de notas detalladas y de fotografías. Al material prensado se añade un dibujo de la forma de la corola con vistas laterales y notas sobre el color del estigma y la corola. El nombre de la planta hospedera se anota sólo cuando hay evidencia de que lo sea (Chater, 2000).

Bromeliaceae. Las plantas pequeñas se recolectan completas y en las grandes se anotan sus características (hojas: longitud, equitantes o en roseta, bordes; inflorescencias: longitud, tipo, ramificaciones; brácteas: tipo,

cubierta de escamas o pilosidades, coloraciones). Luego se toma una o dos hojas basales completas y se doblan según su tamaño en forma de L, N, Z o M, o bien se seccionan, pero se anotan las partes que la conforman para tener una idea exacta de su morfología. Las inflorescencias grandes deben recolectarse en tres secciones: un eje basal, uno medio y uno apical. Si son ramificadas se elimina uno de los dos lados y si son carnosas se seccionan por la mitad (Aguirre, 1986; Rodríguez y Rojas, 2002). La recolección de material vivo para cultivo puede ser necesaria si las inflorescencia están en desarrollo, pero la elección depende de las dimensiones de la planta. Debido a las características xerofíticas de las bromeliáceas, se sugiere aplicar calor elevado (60-70 °C) durante una noche y después calor moderado hasta que los ejemplares se sequen por completo (Aguirre, 1986).

Cactáceas y otras plantas carnosas o bulbosas. Las cactáceas y otras suculentas deben perder un alto porcentaje de agua antes de ponerse a secar; en general se procede a la disección. Las plantas o sus partes son tan voluminosas y carnosas que sólo es posible secarlas en secciones longitudinales. En ocasiones es necesario eliminar las partes internas y la pulpa tratando de mantener las características externas sin modificar (Radford *et al.*, 1974; Frank y Perkins, 2004). En cactáceas y en algunas suculentas del género *Euphorbia* se efectúan cortes transversales y longitudinales delgados de la rama principal, así como cortes longitudinales de las flores y de los frutos. Se puede aplicar sal a las superficies cortadas para acelerar el secado (Radford *et al.*, 1974). En las familias Amaryllidaceae, Liliaceae y en otros taxones con bulbos bien desarrollados, se efectúan cortes longitudinales iguales del bulbo. En familias con especies que poseen inflorescencias carnosas (Zingiberaceae, Cyclantaceae, Araceae), frutos grandes, raíces tuberosas o tubérculos, también se realizan cortes longitudinales, tangenciales o transversales, según los caracteres a mostrar. Con ello se logra observar la morfología interna y externa, y se facilita el secado (Forman y Bridson, 1989; Rodríguez y Rojas, 2002).

Crasuláceas. En esta familia los procedimientos de herborización no resultan muy efectivos debido a que poseen gran cantidad de agua en sus tejidos, lo que propicia la

pudrición y por lo tanto la proliferación de hongos (Sánchez, 1986). Cuando los ejemplares se prensan, sus partes se deforman, se rompen o se desprenden, y la proporción y el color de los órganos se pierde. Las técnicas de herborización están enfocadas a minimizar el tiempo de secado, sin importar la pérdida de algunos caracteres como la coloración, forma y tamaño de las partes (Gutiérrez-Salazar y García-Mendoza, 2000; Cuadro 1). El método de alcohol-glicerina permite la deshidratación del material, lo hace más flexible y no se desarrollan hongos; el tamaño de las partes vegetativas se conserva en un 85-90%, el de las florales en un 95% y los ejemplares conservan mejor la coloración. Estos resultados no se logran con los otros métodos. Los mismos autores sugieren incluir fotografías de la planta en su hábitat, de la inflorescencia y de las partes florales, para así registrar caracteres y colores que no es posible conservar en los ejemplares.

Pastos o hierbas. Incluye a las familias Cyperaceae, Juncaceae, Poaceae y Restionaceae. Si las plantas son pequeñas se recolectan completas, con raíces; las plantas mayores de 30 cm se doblan en forma de L, V, Z, N o M. Los ejemplares deben incluir una inflorescencia (el mejor estado es cuando la inflorescencia tiene algunos frutos maduros, pero antes de la madurez completa) y varias hojas, recolectadas desde la base de la planta. En el caso de las lianas y enredaderas, los ejemplares pueden prensarse en forma de U o en círculo (Rodríguez y Rojas, 2002; Lyne, 2003). En Cyperaceae es necesario recolectar frutos maduros y partes subterráneas para la mayoría de los géneros y arreglar los ejemplares de tal manera que las lígulas se puedan examinar con facilidad. En gramíneas se recolectan ejemplares completos, se incluyen tallos con y sin inflorescencias y partes basales como estolones, rizomas y raíces. En plantas altas, como maíz y carrizo, los ejemplares deben incluir al menos un entrenudo completo (con los dos nudos) con la hoja correspondiente, y la inflorescencia completa o una parte representativa. En este caso las notas de campo deben incluir detalles de la forma y altura de la planta, tipo de ramificación y forma de la inflorescencia. En bambúes se recolecta tallo suficiente para mostrar los patrones de ramificación, y partes jóvenes para mostrar detalles de hojas y vainas (Chater, 2000).

Cuadro 1
Métodos de herborización de crasuláceas (Gutiérrez-Salazar y García-Mendoza, 2000)

Método	Procedimiento general	Desventajas en los ejemplares
Formol al 20%	Sumergir en la solución para fijar el tejido*	Decoloración alta, quebradizos, coloración amarillenta o negruzca
Deshidratación	Sumergir en alcohol al 96% o con la aplicación de alcoholes graduales (30, 50, 70 y 90%)*	Conservan color en un 20%, los tonos van de amarillo a pardo oscuro
Horno microondas	Prensado y secado (20-35 min.) con papel encerado en intervalos de entre 15 y 120 segundos	Conservan color en un 75%, quebradizos
Congelación	Disminución de la temperatura del ejemplar a -4 °C o usar nitrógeno líquido*	Conservan color en un 60%, quebradizos, susceptibilidad al desarrollo de hongos
Ebullición	Cocimiento ligero de las plantas en agua en ebullición durante 5-10 minutos*	Menos quebradizos, pero oscuros, susceptibles a hongos
Alcohol-glicerina	Congelación (6-24 hrs.), temperaturas (entre 0 y -5 °C), descongelación en agua. Después de picar las partes con agujas finas, se introducen a una solución de alcohol 70% (900 ml) + glicerina (100 ml) + sulfato de cobre (0.5 gr)*	Material arrugado y quebradizo sólo si excede el tiempo máximo en la solución

* El paso siguiente es el prensado y secado.

Plantas acuáticas. Las partes sumergidas de las plantas acuáticas no tienen protección contra la deshidratación de sus tejidos, tal como una cutícula serosa, por lo que no se deben dejar expuestas al sol, pues se marchitan rápidamente. Se recomienda mantenerlas en bolsas o en cubetas con agua hasta el momento del prensado (Warrington, 1994).

Los ejemplares deben incluir flores, frutos si están disponibles, y tallos con hojas. Si la planta es pequeña se recolecta completa, raíces incluidas y se elimina el fango. Se anota si hay rizomas presentes o no y se incluyen algunos si están presentes. Muchas plantas acuáticas son extremadamente frágiles y se rompen fácilmente después de secarlas, por lo que requieren cuidado y atención especial; al no tener tejidos estructurales que les proporcionen rigidez, pierden su forma fuera del agua. Por tanto, en el laboratorio deben sumergirse en un recipiente con agua para que sus partes se extiendan, y después colocarse con cuidado sobre una hoja de papel de montaje que no cambie de

forma al secarse (asegurarse con el proveedor de que tenga esta característica). Una vez colocada la planta sobre la hoja, se sigue el mismo proceso de secado que para ejemplares que no son acuáticos. Algunas plantas pueden producir sustancias mucilaginosas que se adhieren a las hojas de papel durante el prensado y secado, como en el género *Brasenia*. Para evitarlo se puede usar papel encerado o plástico, que se colocan entre el ejemplar y el papel periódico. Algunos órganos voluminosos como los frutos de *Typha* spp., las flores de *Nuphar* spp. y las raíces de *Cicuta douglasii* necesitan cortarse longitudinalmente para el prensado (Warrington, 1994; BCMF, 1996; Chater, 2000; Rodríguez y Rojas, 2002; Lyne, 2003).

Con ciertas plantas muy pequeñas, como las lentejas de agua, no se obtienen buenos ejemplares mediante el prensado y secado. Para la recolecta de estas plantas se recomienda utilizar frascos pequeños de tapa-rosca con agua, para mantener la humedad temporalmente. Para la

preservación permanente se llena el frasco con una solución de formalina (5%), agua (25%) y etanol (70%). La solución se reemplaza después de cierto tiempo (alrededor de un mes), pues la clorofila y otros pigmentos la oscurecen bastante (Warrington, 1994).

Plantas con hojas compuestas. En las plantas que presentan hojas compuestas como las leguminosas, meliáceas, bignoniáceas, rutáceas, sapindáceas, etc., debe incluirse además del pecíolo una porción de tallo que evidencie la disposición de las hojas o filotaxia. En el caso de algunas especies de araliáceas y en bombacáceas con hojas palmado-compuestas, bipinnadas, bifoliadas o muy grandes, se eliminan algunas hojas tratando de no alterar demasiado su aspecto final.

Colecciones complementarias. La preservación de plantas o partes de ellas, en un medio líquido, permite que se mantenga el aspecto natural de los ejemplares en tres dimensiones. Se han desarrollado varias técnicas para mantener a las plantas en solución. De hecho, algunos grupos tales como Lentibulariaceae, Orchidaceae o las suculentas se mantienen mejor en solución que montadas en hojas de herbario. Existen diferentes soluciones para la preservación de ejemplares, las cuales contienen alcohol o formalina y requieren un manejo cuidadoso. Los frascos de vidrio para la colección pueden variar en capacidad, desde 70 a 3,000 ml y deben ser de boca ancha (Forman y Bridson, 1989).

Semillas. Los frutos deben recolectarse sólo cuando están próximos a madurar, para asegurar que las semillas sean viables y valga la pena la recolecta. Las bolsas de papel estraza son contenedores adecuados para almacenar frutos o semillas. Los frascos de vidrio o plástico no son recomendables, a menos que las semillas estén completamente secas. Las bolsas con las semillas deben colocarse en lugares bien ventilados para evitar la contaminación por hongos. Aunque el almacenaje en frío no es tan importante, debe evitarse la exposición directa al sol o el calor (Hadlow, 2004).

Flores. Muchas flores cambian de color durante el secado. Aunque usualmente esto no es un problema para el herbario, algunas flores sufren una alteración dramática, particularmente los pétalos de color violeta, azul y rojo. Para prevenir el problema es vital conseguir la desecación rápida,

por ejemplo con el cambio continuo de las hojas de papel secante. Otro método consiste en humedecer las hojas con una solución de ácido salicílico al 1% y luego poner las plantas a secar (Womersley, 1981; Forman y Bridson, 1989). Otra práctica es sumergir las flores en gasolina antes del secado y prensado común. Algunas plantas como orquídeas, iris, lilas y otras tienen flores muy carnosas (suculentas) que deben cubrirse con algodón antes del secado. El algodón se cambia cada vez que el papel se reemplaza. Las partes de las plantas pueden secarse por separado y las flores pueden reensamblarse después con goma arábiga. Si las flores se adhieren al papel secante, o se rompen con el manejo, se pueden separar y secar con gasa o papel higiénico no absorbente (Forman y Bridson, 1989).

Plantas vivas. Cuando se requiere recolectar plantas vivas, las más jóvenes son más adecuadas si se incluye suficiente sustrato con el sistema de raíces. Las hojas delgadas de aluminio son adecuadas para hacer una balón raíz-tierra, si se amarran firmemente con un nudo en el nivel que correspondería a la superficie del suelo y se añade agua si el suelo está seco, sin humedecer en exceso. Una etiqueta debe acompañar a cada planta recolectada. Las bolsas de plástico son útiles para mantener a las plantas y la humedad; sin embargo, debe evitarse el calor. Las plantas con bulbos, rizomas o tubérculos, pueden recolectarse sin o con poco sustrato. Deben empacarse en una caja de cartón y prevenir el movimiento excesivo durante el transporte. La ventilación puede ayudar a que lleguen a su destino en buenas condiciones, aunque esta medida no es necesaria para muchas plantas de clima templado o seco (Hadlow, 2004).

Literatura citada

- Aguirre, L. E. 1986. Epifitas, pp. 113-119. En: A. Lot y F. Chiang (comp.). Manual de Herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México, AC, México.
- Bowles, J. M. 2004. Guide to plant collection and identification. Herbarium workshop in plant collection and identification. University of Western Ontario. Disponible en: <http://www.uwo.ca/biology/facilities/herbarium/collectingguide.pdf>
- BCMF (British Columbia Ministry of Forests). 1996. Techniques and procedures for collecting, preserving, processing, and storing botanical specimens. Working Paper 18. Research Branch, British

- Columbia Ministry of Forests, Victoria. Disponible en: <http://www.sas.org/E-Bulletin/2002-02-22/Wp18.pdf>
- Croft, J. 1999. A guide to collecting herbarium specimens of ferns and their allies. Australian National Herbarium, Centre for Plant Biodiversity Research, Canberra. Disponible en: <http://www.anbg.gov.au/fern/collecting.html>
- Chater, A. O. 1997. Atlas 2000: some notes on pressing specimens. Supplement to Botanical Society of the British Isles News 75.
- Chiang, F. 1989. La Taxonomía Vegetal en México: problemas y perspectivas. Ciencias Número Especial 3. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Dávila, P. y V. Sosa. 1994. El conocimiento florístico de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 55: 21-27.
- Delgadillo, M. C. 1986. Briofitas, pp. 77-82. En A. Lot y F. Chiang (comp.). 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.
- Dirzo, R. y P. H. Raven. 1994. Un inventario biológico para México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 55: 29-34.
- Forman L. y D. Bridson. 1989. The herbarium handbook. Royal Botanical Gardens, Kew.
- Frank, M. S. y K. D. Perkins. 2004. Preparation of plant specimens for deposit as herbarium vouchers. University of Florida Herbarium. Florida Museum of Natural History, Florida. Disponible en: <http://www.flmnh.ufl.edu/herbarium/voucher.htm>
- Gutiérrez-Salazar, A. y A. García-Mendoza. 2000. Propuesta de una técnica para herborizar plantas de la familia Crassulaceae. Boletín de la Sociedad Botánica de México 65: 107-110.
- Hadlow, B. 2004. Guidelines for the Handling of Cutting Material, Live Plants and Seeds. Centre for Plant Biodiversity Research, Canberra. Disponible en: <http://www.anbg.gov.au/cpbr/herbarium/collecting/live-material.html>
- López, R. G. y U. Rosas L. 2002. El Herbario. Serie Apoyos Académicos. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo.
- Lyne, A. 2003. Collecting Difficult Plants. Centre for Plant Biodiversity Research, Canberra. Disponible en: <http://www.anbg.gov.au/cpbr/herbarium/collecting/collecting-difficult-plants.html>
- Quesada O., C., L. Baena C., J. E. Linares C. y C. Morales T. 1999. Los herbarios como centros de documentación para el estudio y conservación de la biodiversidad. Encuentro medioambiental Almeriense: en busca de soluciones. Comunicación y Multimedia, Granada. Disponible en: <http://www.gem.es/MATERIALES/DOCUMENT/DOCUMENT/g08/d08207/d08207.htm>
- Radford, A. E., W. C. Dickinson, J. R. Massey y C. R. Bell. 1974. Vascular plant systematics. Harper and Row Publishers, New York.
- Rodríguez, E. F. y R. P. Rojas G. 2002. El Herbario: Administración y Manejo de Colecciones Botánicas. Herbarium Truxillense (HUT), Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Missouri Botanical Garden. R. Vásquez M., editor, Trujillo.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México, pp. 129-145. En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Sánchez, M. H. 1986. Suculentas, pp.103-111. En: A. Lot y F. Chiang (comp.). 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.
- Warrington, P. 1994. Collecting and preserving aquatic plants. Environmental Protection Department, Ministry of Environment, Lands and Parks. Publication number 30. Victoria.
- Womersley, J. S. 1981. Plant collecting and herbarium development. FAO. Plant Production and Protection Paper 33, XI, Roma.