

Manual para realizar las colectas botánicas del Inventario Nacional Forestal y de Suelos de México



Dr. Martin Ricker

**Herbario Nacional (MEXU), Instituto de Biología, Universidad Nacional
Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México**

<mricker@ib.unam.mx>

3 de octubre 2019

Portada: ejemplar de un árbol de 20 m de *Terminalia amazonia*, colectado en Chiapas.

Preámbulo

Por cuatro años (2014-2017), este manual ha sido usado como guía para la colecta botánica del Inventario Nacional Forestal y de Suelos en México, incluyendo en varias capacitaciones de las brigadas. Por medio de la página de Internet ResearchGate (del autor), el manual ha sido también visto en otros países con cierta popularidad. Una revisión ahora para el inventario de los sitios del año 2018 (con dos años de retraso) es indicado por dos razones:

- 1) Los cinco años de 2013 a 2017 reflejan un ciclo completo (aunque desfasado) que incluye todos los sitios del inventario. En estos cinco años, la indicación era colectar un ejemplar de cada especie arbórea en cada sitio, no importa si era con flores o frutos o en forma estéril. Alrededor del 80% de los ejemplares resultó estéril. A pesar de que era posible identificar la mayoría de ellos, resulta relativamente costoso colectar tantos ejemplares estériles que al final no son para el herbario. En consecuencia, se decidió enfocar a partir de ahora la colecta en todo tipo de plantas que traen flores o frutos (no solamente árboles). Específicamente, las brigadas deberán colectar un individuo por especie de todas las especies con flores y/o frutos en el conglomerado. Este cambio se debe reflejar en el manual.
- 2) Resultaron algunas dudas y detalles que valen la pena incluir o corregir, y revisar todo el texto una vez más. En particular, el capítulo sobre *Consideraciones especiales para helechos arborescentes, monocotiledóneas, y cactáceas* es nuevo.

Agradecimientos

Agradezco a los colegas que han apoyado la elaboración del presente manual: Armando A. Rincón Gutiérrez ayudó en elaborar la primera versión del manual de febrero 2014, Clara H. Ramos Álvarez revisó la segunda versión de octubre 2014, y Esteban M. Martínez Salas revisó la presente tercera versión.

Cita

Ricker, M. 2019. *Manual para realizar las colectas botánicas del Inventario Nacional Forestal y de Suelos de México*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. 48 páginas.

Contenido

Definiciones	p. 4
Introducción	p. 6
¿Qué se va a coleccionar?	p. 7
Equipos y materiales para la colecta	p. 7
Equipo sugerido para el trepado de árboles	p. 9
Colecta de ejemplares de herbario y muestras botánicas ¹	p. 14
Detalles del prensado	p. 25
Proceso de secado	p. 29
Consideraciones especiales para helechos arborescentes, monocotiledóneas, y cactáceas	p. 34
Preparación del material para su entrega	p. 37
Toma de fotografías de plantas	p. 39
Puntos importantes en resumen	p. 43
Referencias	p. 45
Anexo 1: Registro de datos para la colecta botánica del Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2014	p. 46
Anexo 2: Dirección para entregar o enviar los ejemplares de herbario	p. 48

¹ Las técnicas para tomar con un barreno de Pressler virutas de madera en los troncos de los árboles se detallan en el manual aparte de Gutiérrez & Ricker (2014).

Definiciones

Árbol: Las **plantas arbóreas o arborescentes** se definen en un sentido amplio como plantas perennes que se pueden sostener por sí solas, con una altura total de al menos 5 metros (sin considerar hojas o inflorescencias ascendentes), y con uno o varios tallos erectos de un diámetro de al menos 10 centímetros. Una **especie arbórea o especie arborescente** contiene individuos con características arbóreas por lo menos en parte de su distribución geográfica, pero no necesariamente en todos los sitios. Especies arborescentes (es decir, leñosas) que tienen una altura menor de 5 metros, o presentan un diámetro de menos de 10 centímetros, se pueden distinguir como **arbustos o árboles enanos**. Plantas que tengan una altura mayor a 5 metros, pero no presentan un diámetro de 10 centímetros, se pueden distinguir como **plantas de tipo bambú** (Ricker & Hernández 2010, Ricker et al. 2013).

Clave de colecta: Un código de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) que consiste generalmente del número de conglomerado, número de sitio, número del árbol, y del código de colecta, como por ejemplo en 58453_S1_A001_JSC0154.

Código de barras genético: Un nuevo método de determinación taxonómico de plantas y animales que consiste en secuenciar segmentos genéticos en el laboratorio, extraídos y amplificados de una pequeña muestra de tejido, como por ejemplo un pedazo de hoja (<http://www.barcodinglife.org/>). Las muestras se colocan en bolsitas de plástico que contienen gel de sílice para extraer la humedad, y así se evita que el tejido pase por el proceso de secado con altas temperaturas y se degenere la ADN. Actualmente se están desarrollando las bibliotecas digitales para usar el código de barras genético. Con la información ya disponible ahora se puede determinar o confirmar frecuentemente el género o la familia vegetal, y en ocasiones la especie. Esta posibilidad de determinación taxonómica es especialmente interesante en el caso de las colectas estériles. De todas formas, no es un método que sustituye la colecta de ejemplares de herbario, sino es complementario para apoyar la determinación taxonómica.

Código de colecta: El **código de colecta** consiste en los iniciales del nombre y apellido del colector, así como el **número progresivo de sus colectas** botánicas (generalmente a lo largo de la vida del colector); por ejemplo "HDG 2714" para la colecta número 2714 de Héctor Gómez Domínguez. Si se presenta por alguna equivocación el mismo número de colecta dos veces, se puede aclarar con "a", "b", "c", etc. De esta manera, el código de colecta identifica de manera exclusiva a cada colecta. **¡Nunca debe haber dos colectas distintas con el mismo código de colecta!** La determinación taxonómica de la colecta puede cambiar por diferentes razones (por ejemplo, corrección del nombre científico o

cambio del nombre científico aceptado), pero el código de colecta nunca cambia. **¡Un ejemplar de herbario, viruta, o foto sin código de colecta - o para el cual hay confusión sobre el código de colecta correcto - no tiene ninguna utilidad, y se tiene que desechar!**

Colecta: Además de referirse a la actividad de coleccionar, una **colecta** se refiere al conjunto de todos los ejemplares de herbario, así como las muestras tomadas en un solo árbol o una sola planta. En caso de colectas fértiles, y de ser posible según el tamaño de la planta, se preparan varios ejemplares de herbario de la misma planta. Estos ejemplares de la misma planta se llaman **duplicados**. Por ejemplo, si se preparan cinco ejemplares de una sola planta, entonces se tienen cinco duplicados en esta colecta. Tener duplicados sirve para poder distribuirlos entre varios herbarios, y también a algún especialista para su análisis, sin tener que pedir el ejemplar de regreso. Adicionalmente, las muestras de corteza y madera, virutas de madera, hojas en gel de sílice para análisis genético, etc., pueden formar parte de una colecta. Una colecta siempre debe acompañarse con datos acerca de la colecta (por ejemplo, descripción del sitio), y posiblemente también con fotos. **¡Es esencial que cada elemento de la colecta traiga el código exclusivo de la colecta!** Se realizarán colectas de (a) ejemplares de herbarios (hasta 7 duplicados) con sus datos y fotos, (b) pedazos de hojas [u otro tejido si no hay hojas] en bolsas con gel de sílice, así como en el caso de árboles (c) pedazos de corteza y madera, y (d) dos virutas por árbol. **En cada conglomerado se realizará la colecta de un individuo por especie de todas las especies de plantas con flores y/o frutos, incluyendo árboles, arbustos, lianas, hierbas, y epífitas.** Si al ver dos o más individuos con flores y/o frutos, surge la duda de si representan a la misma especie, entonces se deberán coleccionar ejemplares de ambos (aunque pudieran pertenecer a la misma especie). Hay que **evitar “colectas fotográficas”**, donde se toman fotos en lugar de ejemplares, con los datos de la “colecta” (solamente cuando hay una relevancia especial para el inventario). Si se coleccionarán adicionalmente ejemplares estériles, depende si para el inventario se requiere su identificación en el herbario. Las colectas estériles generalmente no se van a montar e intercalar en el herbario.

Conglomerado: un área de colecta del inventario de la CONAFOR con cuatro sitios circulares, cuya superficie suma en total 1,600 m².

Ejemplar de herbario: Un **ejemplar de herbario** (o **espécimen**), en el caso de árboles y plantas arborescentes, es una ramita con hojas, flores, y/o frutos que se secan prensadas y se fijan sobre una cartulina de 45 por 30 centímetros, en conjunto con una etiqueta de datos. En el caso de hierbas pequeñas, también se colecta toda la parte aérea de la planta y posiblemente raíces. Un **ejemplar fértil** trae flores y/o frutos, un **ejemplar estéril** no. Los ejemplares estériles son de utilidad limitada para la determinación taxonómica, y

generalmente se intercalan solamente de manera excepcional en la colección de un herbario (por ejemplo, si se trata de una especie escasa).

Etiqueta de datos: Un ejemplar de herbario montado sobre cartulina trae una etiqueta con toda la información relevante acerca de la colecta. Datos de interés aquí son: código de colecta, nombre completo e institución del colector, número del conglomerado del inventario, nombre científico, quién determinó el nombre científico, fecha de colecta, nombre común, estado, municipio, y lugar de la colecta, coordenadas geográficas del sitio, elevación sobre nivel del mar, tipo de vegetación, características del sitio (árbol aislado en pastizal, cerca de arroyo, tipo de suelo, etc.), altura del árbol, diámetro a la altura del pecho (dap) del tronco del árbol (medido con cinta diamétrica a 1.3 m de altura o por arriba de los contrafuertes), presencia de contrafuertes, presencia de látex o aceites volátiles en hojas o corteza, y color de flores y/o frutos.

Viruta (o núcleo): Una viruta, también llamado “núcleo”, es una muestra cilíndrica de madera (frecuentemente de 5 milímetros de diámetro, y de preferencia varios centímetros de largo) que se saca con un barreno de Pressler perpendicularmente al tronco de un árbol (véase el manual de Gutiérrez & Ricker 2014). Para estudiar la edad del árbol y fechar los anillos anuales de crecimiento, la viruta debe extenderse desde la corteza del árbol hasta el centro del árbol. Sirve para examinar si hay anillos anuales de crecimiento, medir el incremento anual en caso que haya anillos anuales, conocer el color y la textura de la madera, así como medir la densidad de la madera. No todos los árboles presentan anillos anuales, ya que se requiere una marcada estacionalidad (frío o sequía) en el clima para que se formen como anillos distinguibles. **La primera viruta debe tomarse a la altura del pecho o incluso más abajo, y perpendicular a la pendiente. La segunda viruta debe tomarse en lo posible más abajo que la primera, y perpendicular a la primera** (una pendiente causa madera de reacción).

Introducción

En México existen más de 3,000 especies arbóreas y arborescentes nativas (Ricker & Hernández 2010). Todavía se descubren nuevas especies para la ciencia, y se descubren especies en regiones donde no se habían registrado anteriormente. La diversidad de especies arbóreas refleja la diversidad genética. La disponibilidad de productos forestales, como madera, frutos, látex, leña, forraje, productos medicinales, así como las propiedades físicas de cada uno, depende críticamente de la especie de planta. Tanto el valor comercial como el valor no-comercial de los bosques y selvas dependen en gran medida de la composición de las especies arbóreas. Por esta razón resulta fundamental procurar a

determinar los nombres científicos de las especies en un inventario forestal. Desde hace más de dos siglos, el proceso básico consiste en coleccionar, prensar y secar en campo ejemplares de herbario, los cuales se determinan posteriormente en un herbario, donde ya hay una colección de ejemplares curada (Lot & Chiang 1986, Bridson & Forman 1998, Ricker & Daly 1998, Simpson 2010). Aquí detallamos los procedimientos para las brigadas del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, para que se puedan realizar determinaciones taxonómicas rigurosas.

¿Qué se va a coleccionar?

Se realizarán colectas de (a) ejemplares de herbarios (hasta 7 duplicados) con sus datos y fotos, (b) pedazos de hojas [u otro tejido si no hay hojas] en bolsas con gel de sílice, así como en el caso de árboles (c) pedazos de corteza y madera, y (d) dos virutas por árbol. **En cada conglomerado se realizará la colecta de un individuo por especie de todas las especies de plantas con flores y/o frutos, incluyendo árboles, arbustos, lianas, hierbas, y epífitas.** Si al ver dos o más individuos con flores y/o frutos, surge la duda de si representan a la misma especie, entonces se deberán coleccionar ejemplares de ambos (aunque pudieran pertenecer a la misma especie). Hay que **evitar “colectas fotográficas”**, donde se toman fotos en lugar de ejemplares, con los datos de la “colecta” (solamente cuando hay una relevancia especial para el inventario). Si se coleccionarán adicionalmente ejemplares estériles, depende si para el inventario se requiere su identificación en el herbario. Las colectas estériles generalmente no se van a montar e intercalar en el herbario. **La primera viruta debe tomarse a la altura del pecho o incluso más abajo, y perpendicular a la pendiente. La segunda viruta debe tomarse en lo posible más abajo que la primera, y perpendicular a la primera** (una pendiente causa madera de reacción).

Equipos y materiales para la colecta

El equipo y materiales necesarios que debe de portar cada brigada de muestreo para poder realizar las colectas son los siguientes:

- Dos prensas de herbario por brigada (Figura 1), con su papel periódico y cartón para prensar;
- Plumón indeleble;
- Garrocha extensible a más de 4 m (Figura 8);
- Machete;
- Tijeras de jardinero (Figura 10);

- Guantes;
- Binoculares para buscar flores y frutos en el dosel desde el piso;
- Arnés (Figura 2), idealmente dos cinchos (Figura 3) para pasar por bifurcaciones en los árboles sin dejar de usar un cincho mientras se suelta el otro, espuelas (Figura 4), y cuerda de seguridad (Figura 5-6), para subir árboles;
- Una secadora de campo (por campamento) para ejemplares de herbario (Figura 29);
- Gel de sílice en bolsas de plástico (Figura 31 derecha);
- Formón y martillo para tomar muestras de corteza y posiblemente madera;
- Cera de Campeche para tapar los hoyos en el tronco;
- Bolsas de papel de estraza para guardar muestras;
- Barrenos de Pressler con el material para su uso y el equipo para afilarlos (Figura 17 y véase manual adicional).

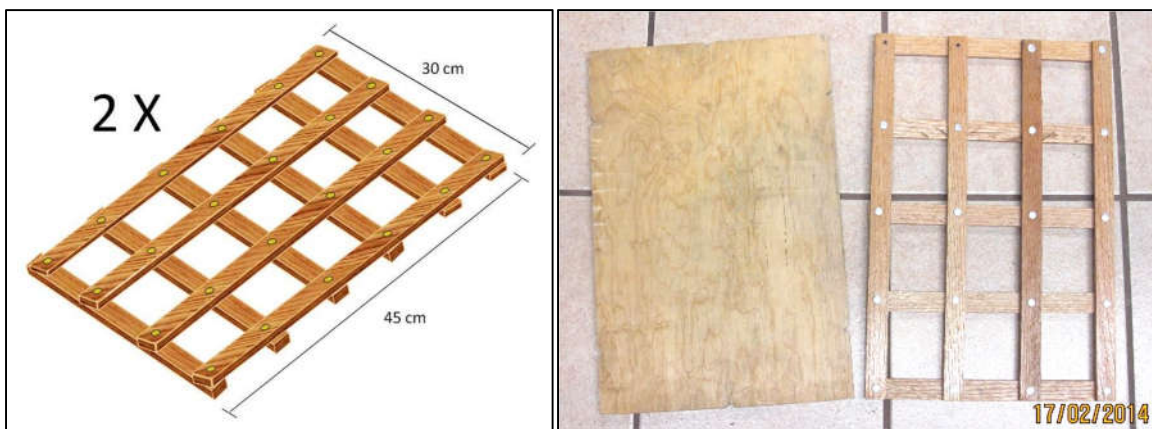


Figura 1. Izquierda: Armazones de madera de 45 x 30 cm para la prensa botánica. Los travesaños de dichos armazones deben ser de madera dura (por ejemplo de encino), unidos por remaches. Derecha: Para poner la prensa en la secadora es útil una tabla de madera con un grosor de 3-5 mm, que es más pesada, pero sin el problema de que con el calor se abran los remaches. Además, se recomienda para plantas con espinas.

Equipo sugerido para el trepado de árboles

Se recomienda que todo el equipo utilizado cumpla ciertas normas estandarizadas de calidad y seguridad, como pueden ser aquellas que se rigen por programas internacionales, como la ISO 9000.

Arnés: Existen diferentes tipos y marcas. Varían en materiales, hechura, costo, y sobre todo también en peso. Un buen arnés carga el peso del cuerpo sobre las piernas y trae un anillo frontal en una posición alta (Figura 2a). Para fijar una cuerda con un nudo, hay que usar un nudo de seguridad, como el “as de guía” (Figura 2b).



Figura 2a. Un buen arnés.

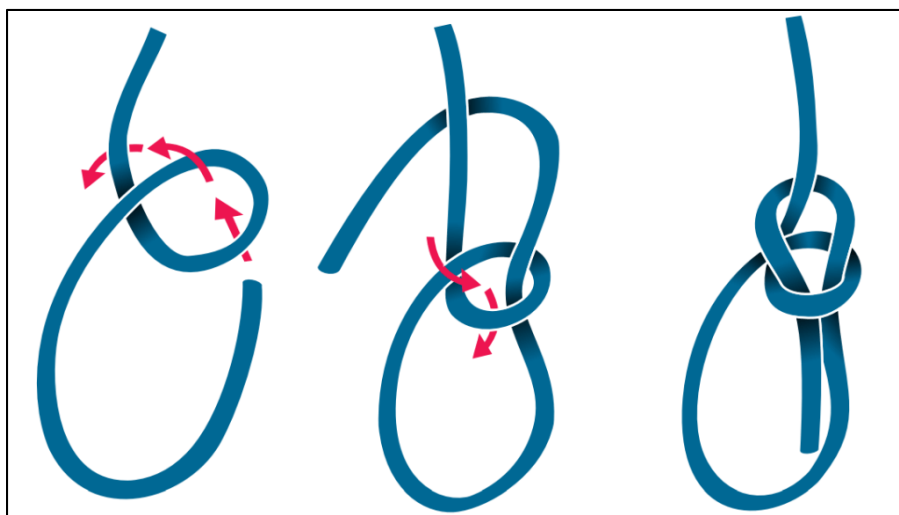


Figura 2b. El nudo de seguridad “as de guía”.

Cincho: Los más fáciles de conseguir constan de una cuerda de nylon de por lo menos 1 pulgada de grueso, y un gancho de seguridad fijo en una de sus puntas. Su longitud puede variar de 3 m hasta más de 5 m (en función del grosor de los troncos). El ajuste al arnés se realiza por medio de un nudo que va sujeto a uno de los aros de la cintura, mientras que el gancho se fija en el aro contrario (Figura 3).



Figura 3. Un buen cincho consiste de una cuerda de nylon y un ganchos con seguro.

Espuelas: Las espuelas deben ser ajustables. Existen básicamente dos modelos que varían por el tamaño del espolón. En general se recomiendan las que tienen espolón (“pico”) más largo, ya que algunos árboles tienen una corteza muy gruesa, o muchos bejucos o raíces en su tronco. Los espolones no deben estar soldados, sino fijados con tornillos de seguridad; deben tener puntas con filo adecuado, para encajar correctamente y con seguridad en la madera de los árboles. Las abrazaderas deben ser de cuero grueso y resistente, con correas que no se pudran con la humedad (Figura 4).



Figura 4. Espuelas con espolón (“picos”) para subir en los árboles (véase Figura 9).

Cuerdas (líneas de seguridad): Se recomienda utilizar cuerdas de alrededor de 50 m de largo y de aproximadamente 13 mm de grosor (1/2 pulgada). Éstas deben estar hechas de fibras sintéticas.

- a) **Cuerdas rígidas, tipo “Kernmantle”:** La versión rígida sirve (solamente) para subir en la cuerda ya lanzada e instalada en el árbol; como cuerda de seguridad debe ser dinámica (es decir, elástica) para frenar al cuerpo en una caída sin un golpe por la misma cuerda. Es recomendable además adquirir dos mosquetones con seguro y un “ocho” para descender (aquí se ilustra uno con “orejas” que sirven para facilitar el aseguramiento) (Figura 5a y 5b). Hay que bajar lento (quizás 2 m/s), porque el “ocho” se calienta y puede quemar la mano.

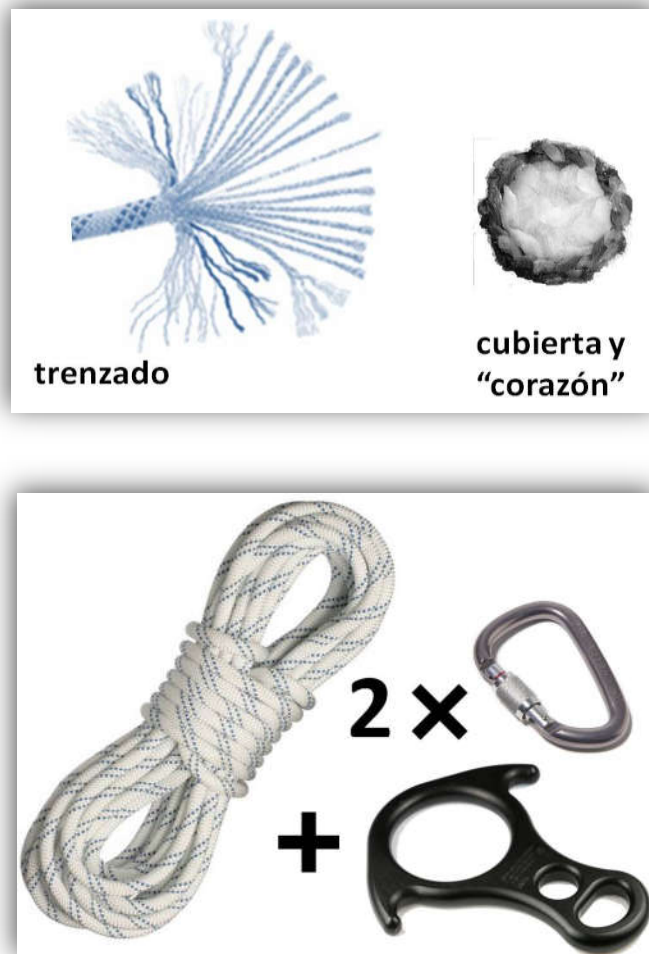


Figura 5a. Cuerdas “Kernmantle”, dos mosquetones con seguro y un “ocho”.



Figura 5b. Uso de los mosquetones y del “ocho”.

b) Cuerdas flexibles de 16 hebras externas trenzadas: Existen diferentes tipos de estas cuerdas. Se recomienda adquirir las que además tienen un núcleo de fibras azules que permiten distinguir con mayor facilidad cuando la cuerda ya está desgastada (Figura 6).

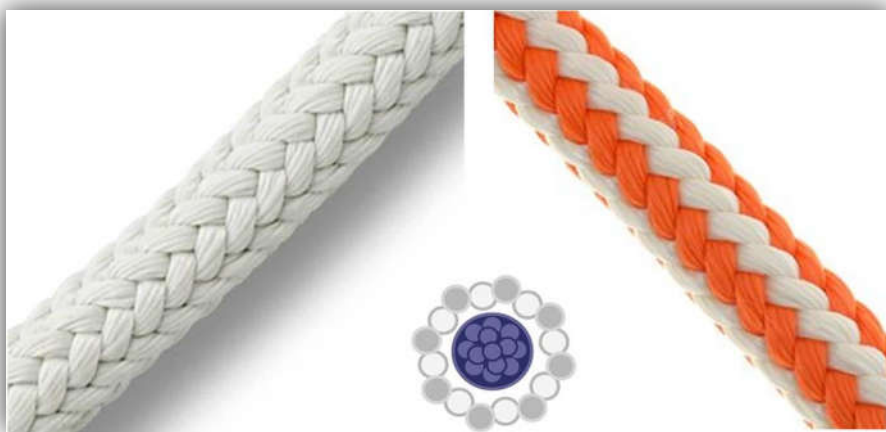


Figura 6. Cuerdas flexibles de 16 hebras externas trenzadas.

Colecta de ejemplares de herbario y muestras botánicas

Cuando hay varias plantas fértiles de la misma especie en un conglomerado, se deben coleccionar ejemplares que contengan las flores y/o los frutos mejor desarrollados. Cabe destacar que las especies raras y poco frecuentes son de mucho interés en las colectas, ya que constituyen componentes principales de la diversidad forestal.

Los pasos a seguir en la colecta de especies arbóreas son las siguientes:

- 1) Se buscarán las plantas que cuenten con flores y/o frutos (Figura 7). En muchas especies, las flores son tan pequeñas en el dosel que se tienen que usar binoculares para ubicarlas en el dosel. Los binoculares también pueden servir para detectar la presencia de abejas.

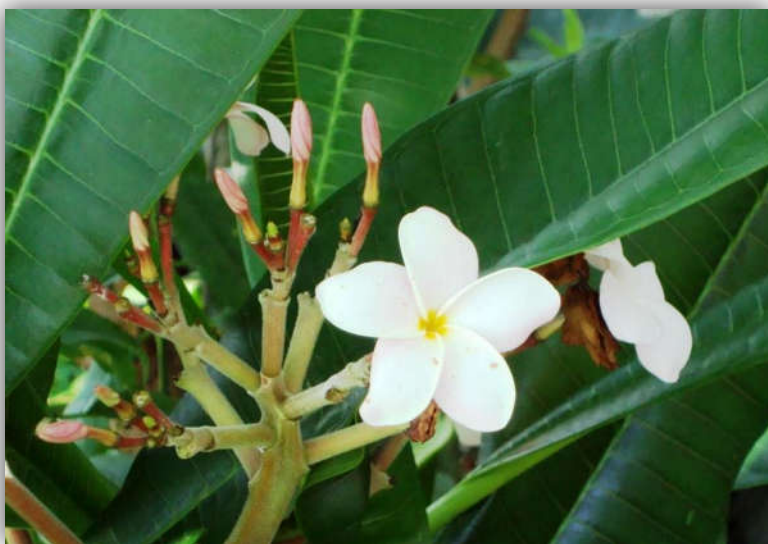


Figura 7. Punta de ramita con flores.

- 2) En el caso de árboles donde hay flores y/o frutos que no están al alcance de la mano, se puede usar la garrocha para cortar ramitas (Figura 8). Aunque no es deseable, en el caso de las selvas secas, puede ocurrir que se tienen que coleccionar ejemplares sin hojas.



Figura 8. Colecta con garrocha.

- 3) Para árboles que no tienen ramas con flores o frutos a una altura accesible con garrocha, se tiene que subir una persona para poder realizar la colecta (Figura 9). Una vez en la copa del árbol, generalmente también se requiere la garrocha, para poder alcanzar ramas alejadas del tronco principal. Se cortará una rama o varias ramitas que incluyan hojas, flores y/o frutos.



Figura 9. Subida en árboles con espuelas y arnés de seguridad.

- 4) Si la planta es fértil, se prepararán en lo posible **5-7 ejemplares** (= duplicados), todos de la misma planta y con el mismo número de colecta. Si la planta es infértil, se colectarán **2-3 ejemplares** (para ver si hay variación entre ejemplares). Con algunas especies es recomendable trabajar con guantes, sea por las espinas o por compuestos secundarios en las hojas que irritan la piel y representan un riesgo para los ojos (por ejemplo, algunas especies de la familia Euphorbiaceae o Anacardiaceae; en el caso de Anacardiaceae incluso puede haber irritación por estar cerca de la planta, sin tocarla). Para proteger y secar a los ejemplares, se usa papel periódico y prensas botánicas. Se colocará la planta en una hoja de periódico doblada a la mitad (aproximadamente de 45 x 30 cm). Hay que cuidar que en lo posible todas sus partes queden extendidas (Figura 10). Las estructuras carnosas o gruesas se podrán cortar longitudinal o transversalmente para secarlas.

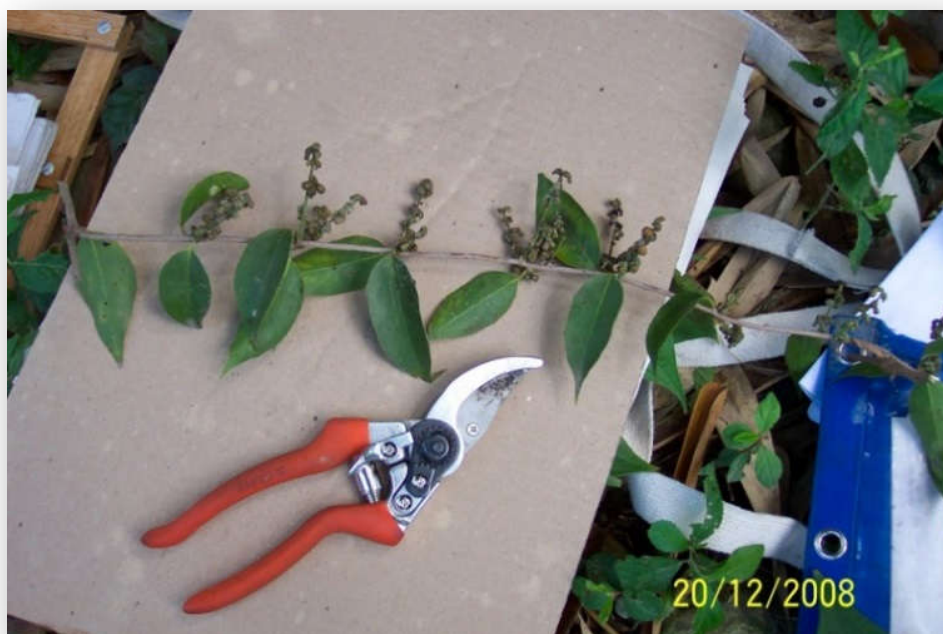


Figura 10. Preparación de las ramitas para ser prensados y secados.

- 5) Se tiene que anotar visiblemente el código de colecta correspondiente en el periódico, con un plumón indeleble (Figura 11). También es buena práctica amarrar una etiqueta al ejemplar o muestra botánica (Figura 12). Cada duplicado y elemento de la colecta tiene que estar etiquetado con su código de colecta (Figuras 11-13).

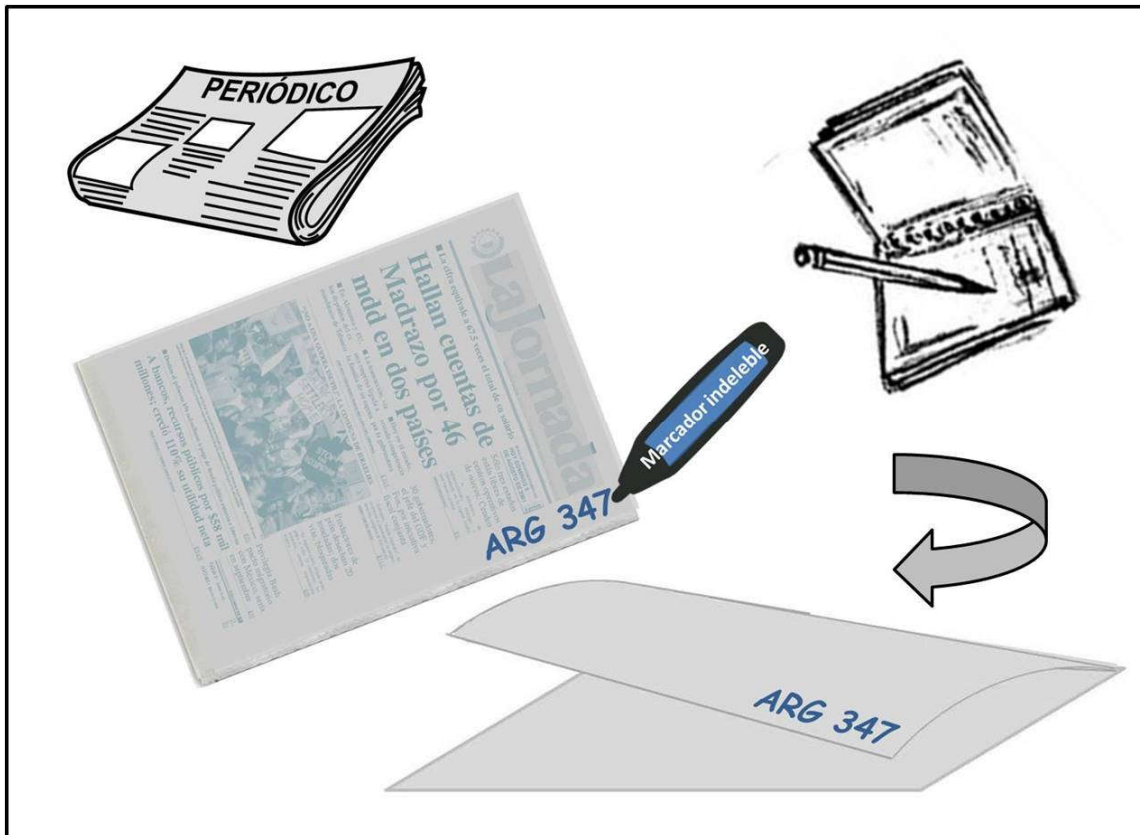


Figura 11. Se tiene que anotar el código de colecta en el papel de periódico, en que se coloca cada ejemplar (duplicado), así como en las bolsas de papel de estraza, donde se guardan las muestras de corteza y madera. Cualquier elemento de la misma colecta (de la misma planta) tiene que traer su código de colecta, incluyendo los archivos de las fotografías.

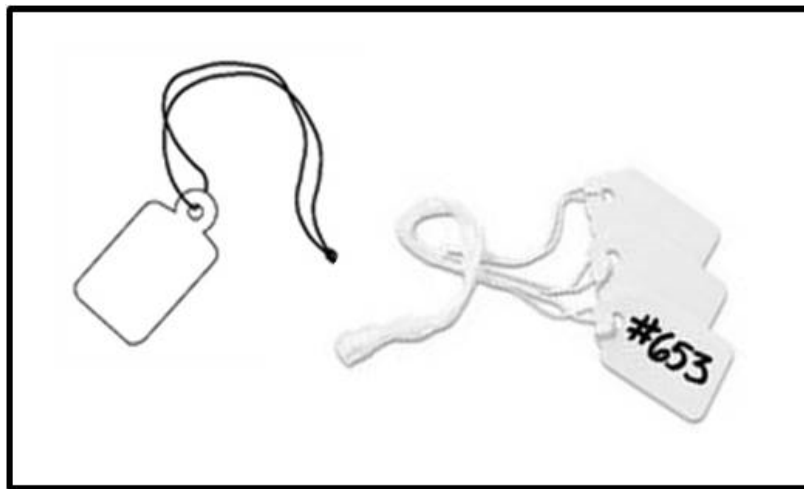


Figura 12. Etiquetas de cartón e hilo para marcar los ejemplares.



Figura 13. Ejemplar de herbario sobre el papel de periódico, donde se anotó la clave de colecta ("56872-A004-HGD2039"), la cual incluye el código de colecta ("HGD2039"), es decir, los iniciales del colector y el número progresivo de sus colectas.

- 6) Los ejemplares resultantes de las colectas se colocan entre algunas láminas de cartón, y posteriormente bajo presión en la prensa botánica (Figura 14). En la noche del día de la colecta se debe arreglar las prensas adecuadamente para el proceso del secado (véase abajo). Si algún fruto se desprendió del ejemplar, se deberá guardar en una bolsa de papel de estraza, junto al resto del ejemplar. Si por sus dimensiones o estructura no es posible colocar al fruto junto con el resto del ejemplar, se deberá secar aparte en la misma bolsa; en ambos casos se debe etiquetar la bolsa con su código de colecta.



Figura 14. Transporte de ejemplares de herbario en estado fresco en la prensa durante el trabajo de campo.

- 7) En el caso de árboles con flores o frutos (colecta fértil) y de suficiente tamaño, se deben tomar dos muestras de corteza y madera de por lo menos 2 x 2 x 0.5 cm cada una, las cuales se añaden en una bolsa etiquetada de papel de estraza e igualmente se secan posteriormente (Figura 15). Las heridas se deben tapar con *cera de Campeche*. Estas muestras se montan luego con el ejemplar de herbario sobre cartulina.

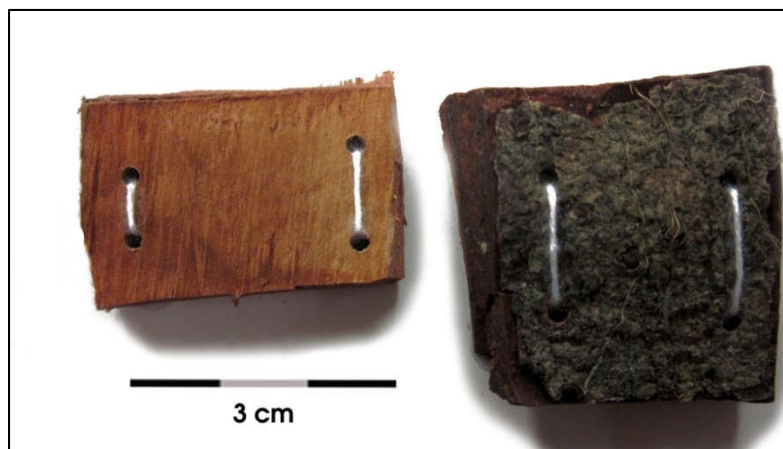


Figura 15. Muestras de madera y corteza, después del secado cosidas en la cartulina del ejemplar de herbario (véase portada).

- 8) También hay que tomar una muestra de hojas frescas [u otro tejido si no hay hojas] en pequeñas bolsas con gel de sílice para su análisis genético posterior (Figura 16). En caso de ser necesario, las hojas se limpian de líquenes, polvo, etc., se cortan en partes, y se colocan en bolsas con aproximadamente 20 gramos de gel de sílice. También se pueden añadir corteza viva, pétalos, etc. En un papel se anota la clave de la planta colectada y de igual forma se introduce a la bolsita, junto con la muestra. Estas hojas no deben pasar por el proceso de secado por la estufa a altas temperaturas, para conservar mejor el ADN.



Figura 16. En el laboratorio se saca de la bolsa con gel de sílice una muestra de pedazos de hoja para su análisis genético.

- 9) Finalmente, se colectará una viruta de 2 a 10 cm de longitud con un barreno de Pressler bien afilado (Figura 17). En caso de que se rompe la viruta, es importante mantener la secuencia correcta de las partes (véase Gutiérrez & Ricker 2014).



Figura 17. Toma de una viruta de madera con un barreno de Pressler.

- 10) Es esencial que para cada colecta se llenen los datos según un formato de campo con la información sobre la misma (Anexo 1). Posteriormente la información se transcribirá entregará en una base de datos en Excel. Además de formar la base para cualquier análisis sobre las colectas, esta información servirá para elaborar la etiqueta de los ejemplares de herbario.

Todos los ejemplares para el herbario, las virutas, y las muestras de corteza y madera se tienen que empezar a secar en una estufa de campo idealmente el mismo día, o a más tardar tres días después (véase abajo). En este último caso hay que cambiar el papel periódico, apuntando de nuevo el código de colecta en el nuevo papel.

Al final del proceso, todos los ejemplares y muestras, los formatos de campo, la base de datos, así como las fotos en electrónico se entregan o envían al Herbario Nacional de México en el Instituto de Biología de la UNAM en la Ciudad de México (Figura 18a-c). La dirección se indica en el Anexo 2.



Figura 18a. Determinación taxonómica de ejemplares de herbario por especialistas, antes de que se monten sobre cartulina.



Figura 18b. Ejemplar montado (*Quercus resinosa*) del Herbario Nacional de México.



Figura 18c. Ejemplares de herbario intercalados en el Herbario Nacional.

Detalles del prensado

Al acomodar cada muestra en las carpetas de periódico, se debe tratar de abarcar buena parte de su extensión (45 x 30 cm), evitando que las muestras sobresalgan de las carpetas (Figura 19). En caso de que la muestra tenga hojas de gran tamaño, que no quepan en una sola carpeta, se puede optar por dejar sólo una porción de ésta, siempre y cuando se conserven sus características principales (Figura 20A). También se puede cortar en varias secciones, acomodándolas en más de una carpeta (Figura 20B).

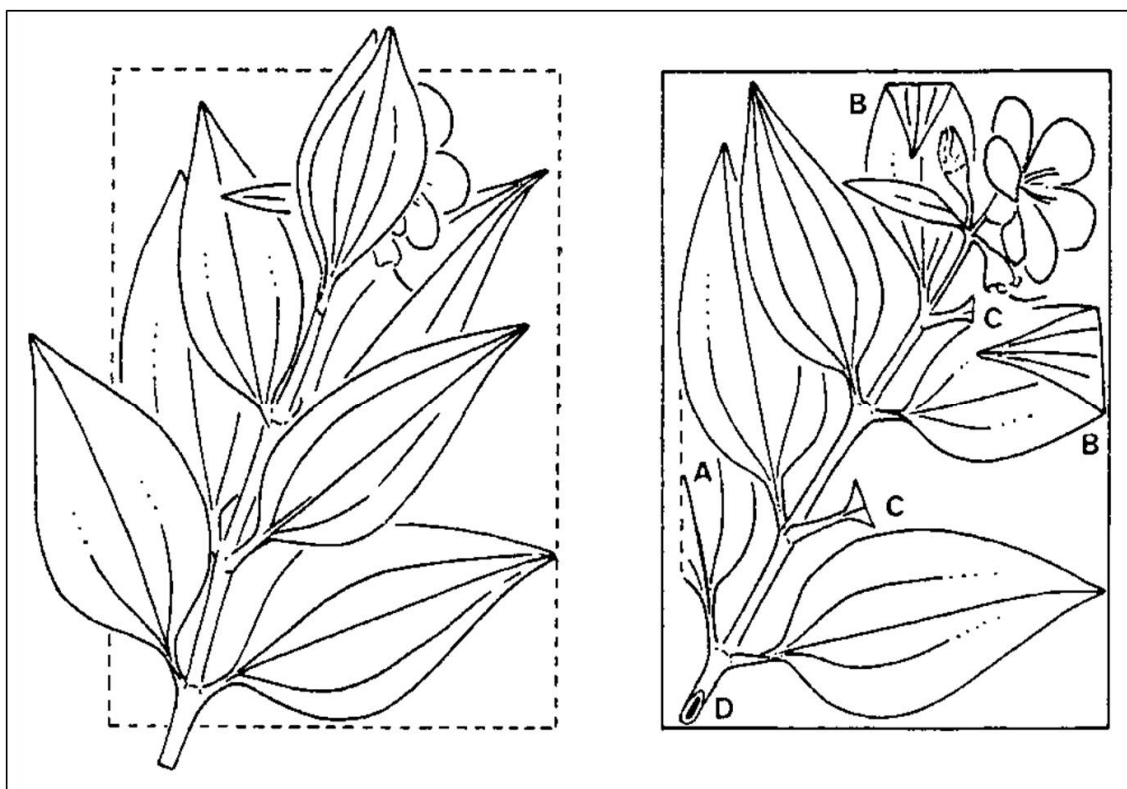


Figura 19. Diferentes técnicas para ajustar la muestra al tamaño que debe tener el ejemplar de herbario: **A)** corte de hojas; **B)** doblado de hojas; **C)** remoción de lámina foliar, dejando sólo el pecíolo; **D)** corte oblicuo del tallo para mostrar su estructura interna (modificado de Bridson & Forman 1998).

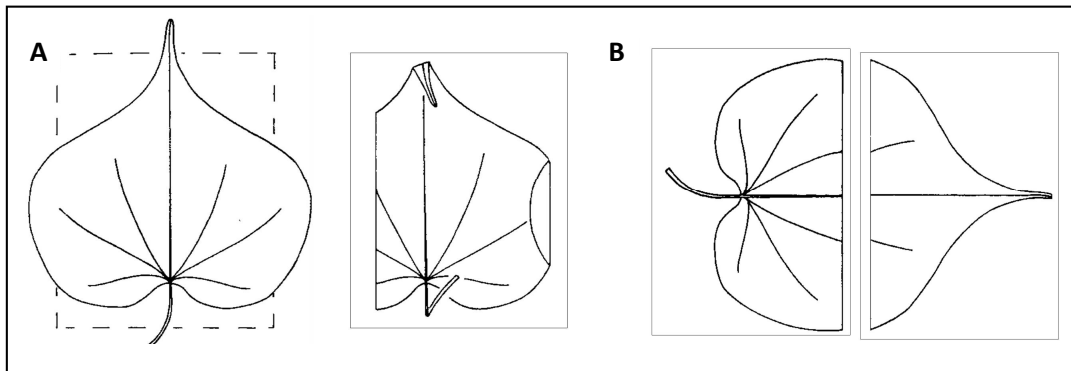


Figura 20. Prensado de hojas que sobrepasan el tamaño de las carpetas: **A)** corte y dobléz de los extremos, de forma que también se aprecia la simetría de la hoja; **B)** corte de hoja en dos secciones. En ambos casos se puede observar en los ejemplares el patrón de venación, su simetría, la base, y el ápice (modificado de Bridson & Forman 1998).

Las muestras deben colectarse y prensarse de tal forma que se pueda observar claramente cómo es el arreglo o disposición de sus hojas. Al coleccionar ejemplares botánicos es importante cuidar que se pueda apreciar en ellos la unión pecíolo al tallo (Figuras 21 y 22).

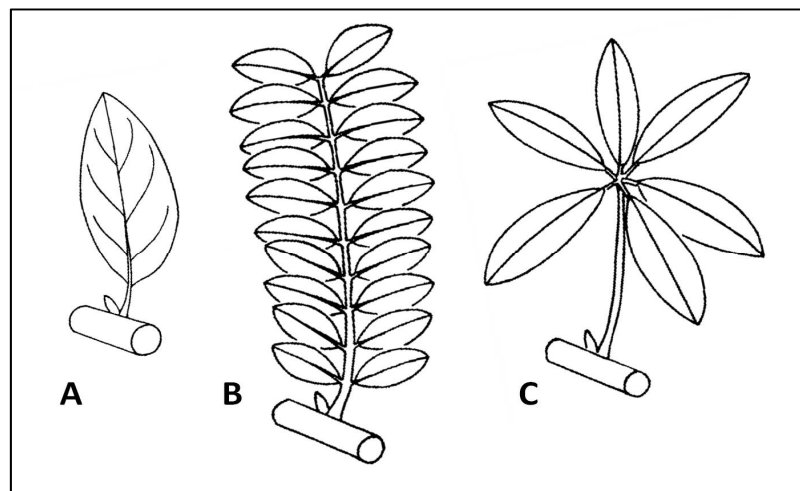


Figura 21. Principales tipos de hoja: **A)** hoja simple; **B)** hoja compuesta pinnada; **C)** hoja compuesta palmada. Al coleccionar ejemplares botánicos es importante cuidar que se pueda apreciar en ellos la unión pecíolo al tallo (modificado de Bridson & Forman 1998).

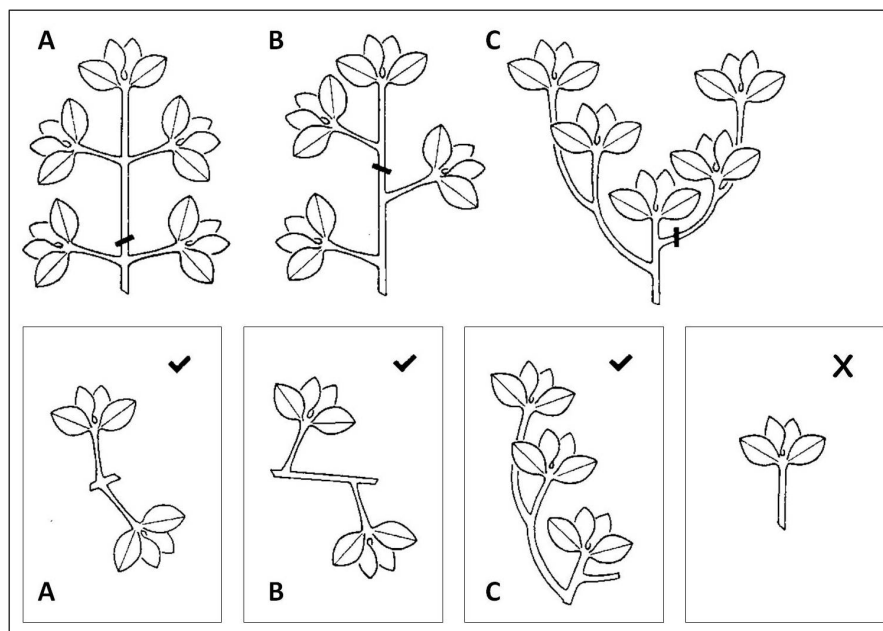


Figura 22. Cuidar que al cortar las muestras botánicas se conserve el patrón de ramificación lo más posible: **A)** opuesto; **B)** alterno; **C)** simpodial. También se muestra un ejemplo de una forma errónea de hacerlo (modificado de Bridson & Forman 1998).

En caso de tener estructuras voluminosas, como las de algunos frutos o inflorescencias, éstas se deben adelgazar, haciendo cortes simétricos que permitan apreciar al menos una de sus mitades (Figura 23). En caso de querer mantener las estructuras completas, éstas también se pueden guardar dentro de las bolsas de papel de estraza, apuntando en la bolsa su código de colecta.



Figura 23. Cortes longitudinales de estructuras voluminosas.

Para algunas plantas carnosas, como las cactáceas es necesario cortar las estructuras longitudinalmente, e incluso raspar el tejido carnososo (parénquima), antes de prensarlo (Figura 24). También en el caso de *Agave* (Figura 25) y *Yucca* hay que quitar las fibras y el parénquima por la parte trasera de la hoja (con guantes porque es cáustico).



Figura 24. Raspado de penca de nopal.

Algunas plantas arborescentes tienen estructuras que - además de carnosas - son de gran tamaño, por lo que hay que buscar la forma de acomodarlas dentro de la carpeta de periódico, ya sea doblándolas o bien cortándola en diferentes segmentos (Figura 25).



Figura 25. Doblado y corte de hojas muy largas.

Proceso de secado

Para el proceso de secado en la secadora ya no se juntan varios ejemplares entre dos cartones, sino que cada ejemplar (en su carpeta de periódico) debe tener en ambos lados un cartón corrugado (Figura 26). El propósito es que por los agujeros del corrugado fluya el aire desde la fuente de calor hacia arriba, y así salga la humedad del ejemplar. Es importante cuidar que los agujeros del corrugado siempre estén para abajo en la secadora, para que entre el aire caliente. Durante este proceso de secado deben estar bien prensados los ejemplares. Al haber estructuras voluminosas, los huecos deben llenarse con papel de periódico. En el caso de conos o frutos muy grandes, se separan estas estructuras en bolsas de papel de estraza; incluso posteriormente en la colección del herbario, éstas se pueden guardar por separado.

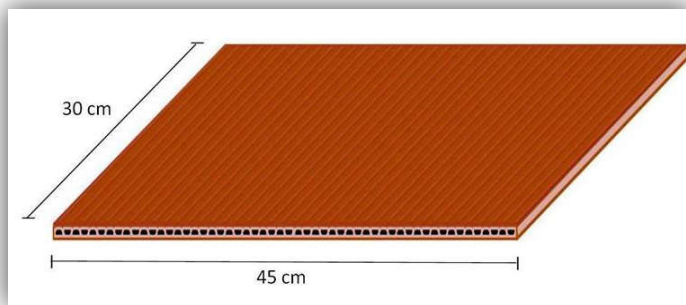


Figura 26. Lámina de cartón corrugado. Los agujeros del corrugado deben estar en el lado largo, para que a todo lo largo entre el calor.

Al terminar de apilar las muestras con sus respectivos cartones, se debe colocar un armazón de madera a cada extremo (Figura 27). Es recomendable cuidar que al colocar ambos armazones, estos deben tener los travesaños largos hacia las caras externas de la prensa. Finalmente, la prensa se rodea y se aprieta con dos cintas de material resistente. Las cintas se deben ajustar alternando y aumentando la presión progresivamente. Se debe cuidar que la presión sea uniforme en ambos lados de la prensa; ésta debe ser lo suficiente para que al secarse, los ejemplares queden lo más posible en un solo plano. La presión debe ser fuerte pero no excesiva, pues las muestras también se pueden maltratar. Se pueden usar también prensas más sofisticadas, como las de la Figura 28.

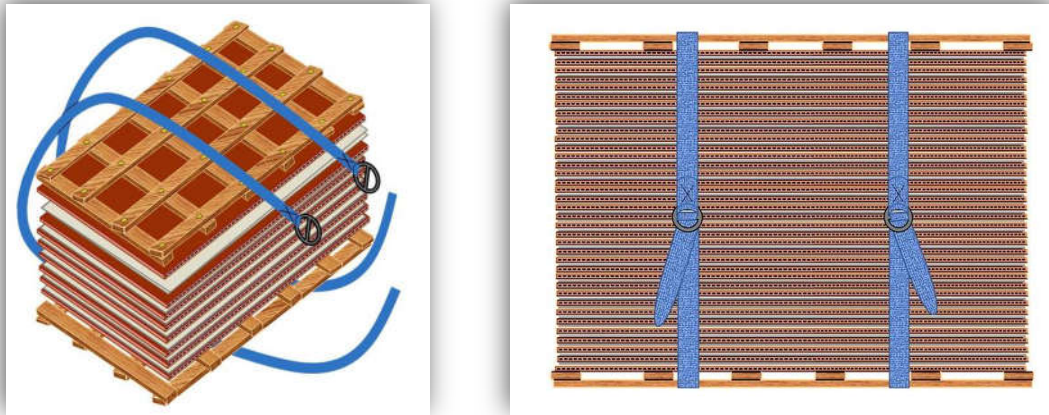


Figura 27. Ajuste de la prensa botánica para el proceso de secado.



Figura 28. Un mecanismo para prensar con tornillos es menos común, pero muy efectivo.

Las secadoras para ejemplares de herbario generalmente se construyen por un carpintero individualmente de madera y láminas de metal. Existen secadoras fijas y desarmables, con estufa de gas o focos eléctricos para generar el calor (Figura 29). En

todos los casos se deben tomar las precauciones necesarias para evitar incendios o intoxicaciones. El ancho de la secadora debe ser de tamaño suficiente, para que quepa la prensa por su lado más largo (45 cm), con un pequeño margen de espacio que permita maniobrar con comodidad, al introducir o sacar la prensa botánica. El largo del espacio dependerá del tamaño y la cantidad promedio de prensas que se piense secar en cada sesión. La parte superior de la secadora debe contar con orificios del tamaño necesario para que el calor húmedo circule y salga con facilidad, pero sin que por ellos se pierda calor en exceso. Los pasos generales a seguir son las siguientes:

- Hay que asegurar una combinación adecuada entre el flujo de aire por los ejemplares y la temperatura. Si la fuente de calor es demasiado caliente, los ejemplares se queman, si es demasiado bajo y los ejemplares están muy húmedos, éstos se pueden honguear. Se debe buscar que la fuente de calor al interior de la secadora se distribuya de manera uniforme. Las primeras veces que se utiliza la secadora, se debe tener mayor cuidado durante el proceso de secado del material, controlando la intensidad de calor y el tiempo de secado.
- Es conveniente que después de tres o cuatro horas de haber comenzado el proceso de secado, se ajusten nuevamente las correas de la prensa para evitar el arrugamiento del material, debido al aflojamiento de la prensa por la salida de una buena parte del agua al inicio.
- El tiempo en la secadora depende del material vegetal, de su humedad, y de la secadora. Ejemplares de herbario generalmente se secan durante tres días a una temperatura de alrededor de 40°C. Las secadoras de gas son más rápidas, pero también presentan mayor riesgo, ya que a temperaturas de más de 70°C se quema el material. Muestras de frutos grandes, maderas, y corteza pueden tardar hasta una semana o más en la secadora.
- Una vez al día se deben revisar los ejemplares. En cada revisión se deben extraer los ejemplares que ya están secos, y se vuelven a colocar en la secadora aquellos que todavía están húmedos. También es útil voltear el material, para que se seque uniformemente. Los ejemplares están secos cuando las hojas tienen una consistencia de poca elasticidad, y al presionar sus hojas con un dedo, crujen por quebrarse.

Al concluir el proceso de secado, se retira el cartón, se hacen paquetes con los ejemplares ya secos, y se guardan en cajas de cartón para su transporte. Un tamaño adecuado de dichas cajas es de 50 cm de largo x 32 cm de ancho x 25 cm de alto.

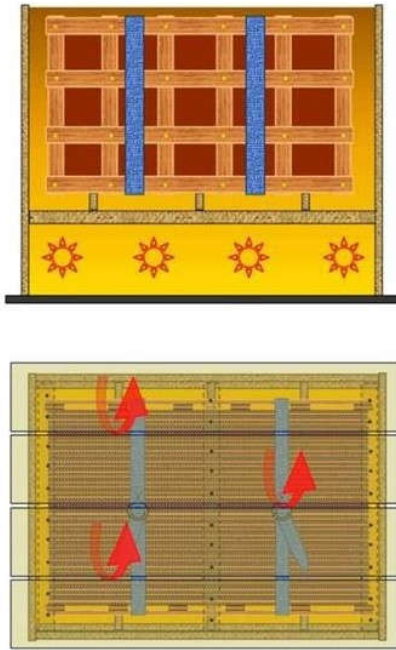


Figura 29a. Esquema de secadora (vista lateral y desde arriba) con fuente de calor que produce aire caliente, la cual pasa por los agujeros del cartón entre los ejemplares.



Figura 29b. Secadora de ejemplares de herbario con focos eléctricos o con estufa de gas como fuente de calor. Las secadoras de campo son desarmables.



Figura 29c. Estufa de gas que sirve para una secadora de ejemplares de herbario. Debe ser de acero y sin empaques de ningún tipo, ya que el calor por horas o días los derrite, lo que puede causar fuga de gas e incendios.



Figura 29d. Secadora de ejemplares de herbario que antes se usaban con focos eléctricos para producir calor. Como los focos de ahorro de hoy producen poco calor, ahora se usan “resistencias eléctricas” que incluso son más eficientes.

Consideraciones especiales para helechos arborescentes, monocotiledóneas, y cactáceas

Entre las plantas arbóreas o arborescentes están los helechos de gran tamaño, varias monocotiledóneas y las cactáceas columnares de varios metros de altura. Respecto a estos grupos, en Ricker & Hernández (2010) se recopilaron 9 especies de helechos arborescentes, y 75 especies arborescentes en las familias Agavaceae, Arecaceae (palmas), Dracaenaceae, Nolinaceae, y Poaceae (monocotiledóneas). Posteriormente, en Ricker et al. (2016) se recopilaron 63 especies arborescentes en la familia Cactaceae. En total son 147 especies, un grupo con una extensa distribución en terrenos forestales, matorrales, y semidesiertos de todos México. Los helechos arborescentes llegan a alturas de 20 m, en las monocotiledóneas las palmas llegan 45 m, y las cactáceas a 25 m. Con estas características, resulta importante incluir colectas botánicas y determinaciones taxonómicas en el *Inventario Nacional Forestal y de Suelos*. Sin embargo, algunos de estos grupos se prestan menos para la colecta de ejemplares de herbario, en comparación con otras familias con especies arbóreas. Según especie, esto se debe en particular a sus hojas enormes (como en muchas palmas), su crecimiento en forma de columna alta individual (lo que dificulta o impide subirse), y/o sus espinas cortantes (como en muchas cactáceas). Por esta razón, presentamos brevemente algunas recomendaciones para la colecta de ejemplares de herbario:

- 1) Como ya mencionado, para colectas de hojas muy grandes (largas), éstas se pueden doblar, y si es necesario, partir en varias partes, prensándolas en varios papeles de periódico de 45 por 30 cm, y marcándolas (en el caso de tres partes) con “1. de 3”, “2. de 3”, y “3. de 3”. Siempre debería haber la base de la hoja, con la conexión con la rama o el tronco, una parte intermedia, y la punta.
- 2) Para colectas de cactáceas con espinas es conveniente usar pinzas, cuchillo, y una prensa maciza (Figura 30). La prensa maciza evita espinarse y permite mayor presión. Las cactáceas suculentas se cortan en partes, para que se sequen mejor. Además, es recomendable usar una temperatura más alta de aproximadamente 80°C para el secado.
- 3) En el caso de las cactáceas hay que destacar que muchas especies se pueden determinar ya con una colecta de costilla (lomos o camellones verticales); un tronco de cerca de 15 cm de longitud, con las espinas y sus bases (aréolas), es suficiente. Además, hay que contar el número de costillas alrededor del tronco.
- 4) En general no hay que cortar las espinas en ningún grupo. También en las palmas, cuando haya espinas en el tronco o en la hojas, éstas son relevantes.

- 5) En el caso de helechos, es importante incluir ejemplares con frondas completas (hojas de los helechos) que muestran cuántas veces se dividen las frondas. Idealmente se incluyen con el ejemplar no solamente el inicio de una hoja en el tallo, sino una parte del tallo con las salidas de dos hojas: La simetría y la distancia entre hojas pueden ser importantes para distinguir especies. En los helechos siempre se deben coleccionar las frondas fértiles (con esporangios). Si hay dimorfismo foliar, entonces hay que coleccionar las frondas fértiles (generalmente más grandes) y también las estériles. Además, hay que coleccionar escamas (hojas pequeñas) en la base de las hojas y del rizoma (inicio del tallo abajo y/o encima del suelo), ya que ayudan a distinguir especies.
- 6) También en el caso de las inflorescencias de palmas, *Agaves*, *Nolinas*, etc., es importante incluir ejemplares que muestran cuántas veces se dividen los ejes de las mismas.
- 7) En los bambús (*Poaceae*), las hojas en la parte inferior del tallo son diferentes que las hojas en la parte superior: hay que coleccionar ambas. Cuando haya inflorescencia en los bambús, éstas representan una colecta valiosa, porque se presentan solamente cada varios años.
- 8) En el caso de las familias *Nolinaceae* y también *Agavaceae*, la foto del tallo es importante, ya que su forma y posible ramnificación es relevante para la determinación taxonómica. También se tienen que coleccionar las brácteas (un tipo de hojas) de las inflorescencias si están presentes, porque son muy variables.

Las Figura 31 muestra ejemplares de herbario correspondientes ya montados.



Figura 30. Para colectas de cactáceas con espinas es conveniente usar pinzas, cuchillo y una prensa maciza.



Figura 31a. Doblado de hojas en ejemplares de herbario montados (el helecho *Cyathea godmanii* a la izquierda, la monocotiledónea *Furcraea martinezii* a la derecha).



Figura 31b. La cactácea *Pachycereus fulviceps* montado en un ejemplar de herbario.

Preparación del material para su entrega

En lo siguiente se dan algunas indicaciones y recomendaciones para la preparación final del material colectado, antes de su entrega. Cada ejemplar (duplicado) y muestra debe estar etiquetado por lo menos **con el código de colecta y mejor aún con la clave de colecta** (Figura 32 izquierda). El código de colecta tiene que ser único para el colector en cada colecta a lo largo de su vida. Si se presenta por alguna equivocación el mismo número de colecta dos veces, **se puede aclarar con "a", "b", "c",** etc. En la muestra en gel de sílice es bueno poner adicionalmente un papel con el código de colecta adentro, para indicarlo dos veces (Figura 32 derecha). La viruta no debe poder salirse del popote de papel, e igualmente requiere su número de colecta claramente anotado (Figura 33). **Doblar el periódico**, para que no se salga el ejemplar, es mejor que pegar el ejemplar con cinta, ya que la cinta se tiene que quitar en el herbario para la determinación y el procesamiento del ejemplar (Figura 34). Similarmente, **no es recomendable engrapar** bolsas con muestra en gel de sílice, otras bolsas con muestras, y ejemplares, ya que cuesta trabajo quitarlos (Figura 35 izquierda). Al final se entregan todos los duplicados de una colecta (de un solo árbol) en conjunto, en una bolsa de plástico si pasan otra vez por lugares húmedos después de su secado (Figura 35 derecha). Madera y corteza, posiblemente también conos o frutos grandes, van en una bolsa de papel aparte.

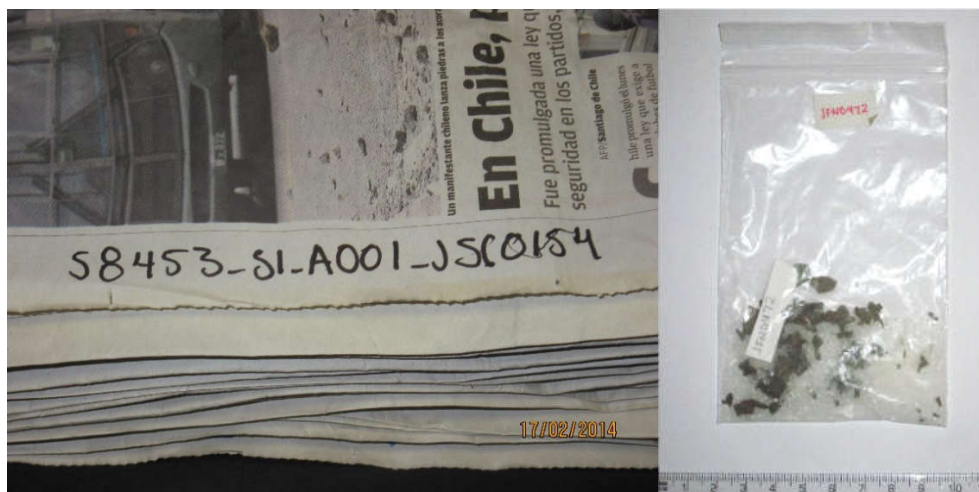


Figura 32. Cada ejemplar (duplicado) y muestra debe estar etiquetado por lo menos con el código de colecta ("JSC0154" a la izquierda) y mejor aún con la clave de colecta ("58453_S1_A001_JSC0154"). El código de colecta tiene que ser único para el colector en cada colecta a lo largo de su vida. Si se presenta por alguna equivocación el mismo número de colecta dos veces, se puede aclarar con "a", "b", "c", etc. En la muestra en gel de sílice a la derecha se puso también un papel con el código de colecta adentro, para indicarlo dos veces.



Figura 33. Viruta en popote de papel, cerrado con cinta “masking” y etiqueta con el número de colecta.



Figura 34. Doblar el periódico, para que no se salga el ejemplar (izquierda), es mejor que pegar el ejemplar con cinta (derecha).



Figura 35. Izquierda: No es recomendable engrapar bolsas con muestra en gel de sílice, otras bolsas con muestras, y ejemplares. Derecha: Entrega de todos los duplicados de una colecta (de un solo árbol) en una bolsa de plástico después de su secado.

Las **muestras en gel de sílice y las virutas se pueden entregar completamente aparte de los ejemplares**, porque en su procesamiento ya no se tienen que juntar con el ejemplar al cual corresponden. Por otra parte, las **muestras de corteza y madera deben estar con la colecta**, a la cual corresponden. De manera importante, también el **formato de campo llenado debe estar con la colecta** (un formato para todos los duplicados), porque así está la información disponible para el especialista que identifica.

Aparte del formato de campo, se entrega una base de datos en *Excel*, donde la información en los formatos está capturada. Los campos (columnas) han sido:

(1) Empresa, (2) Código de colectas: iniciales, (3) Código de colecta: número, (4) Clave de colecta, (5) Proyecto de la CONAFOR, (6) Conglomerado, (7a) °Latitud, (7b) 'Latitud, (7c) "Latitud, (8a) °Longitud, (8b) °Longitud, (8c) °Longitud, (9) Elevación (msnm), (10) Fecha de colecta, (11) Colector, (12) Estado, (13) Municipio, (14) Lugar, (15) Características del sitio, (16) Tipo de vegetación observado (abreviatura de INEGI), (17) Tipo de vegetación observado (completa), (18) Perturbación observada (abreviatura de INEGI), (19) Perturbación observada (completa), (20) Forma de vida, (21) Altura reportada (metros), (22) Diámetro reportado (dap en centímetros), (23) Color de flores en campo, (24) Color de frutos o conos en campo, (25) ¿Exudado presente?, (26) Color del exudado, (27) ¿Cambia color del exudado con el aire?, (28) ¿Aceites volátiles presentes?, (29) Descripción de los aceites volátiles, (30) ¿Contrafuertes presentes?, (31) Observaciones de la empresa, (32) ¿Hoja u otro tejido en gel incluido?, (33) ¿Viruta incluida?, (34) ¿Fotos tomadas?, (35) Nombre común según empresa, (36) Familia según empresa, (37) Género según empresa, (38) Especie según empresa, (39) ¿Colecta fértil?, y (40) Número de duplicados.

Toma de fotografías de plantas

Para tener mayor información y certeza en la identificación de especies, así como material de documentación, se deben tomar las siguientes fotos en cada colecta botánica:

- 1) Una foto de la flor (o inflorescencia) o del fruto en estado fresco (Figura 36).
- 2) Fotos de la ramita con las hojas en estado fresco, desde arriba y abajo (Figura 37).
- 3) En caso de árboles, una foto donde se aprecie la corteza (Figura 38).
- 4) Una foto de la planta completa (Figura 39).

Las fotos deben ser nítidas y enfocar correctamente a los elementos que se requieren en cada caso. Las fotos digitales se almacenarán en un dispositivo electrónico. Lo

fundamental es de nuevo que el archivo de cada foto traiga el código de colecta. Como se acumulan muchas fotos, menos fotos mejor tomadas es mejor. Para que una proporción de las fotos sirva para divulgar las características de las especies, tres detalles son importantes:

- en general hay que **evitar tomar fotos en contra de la luz del sol**;
- hay que usar un **fondo natural (no el papel de periódico o la mano)**; y
- para plantas o árboles completos en la vegetación, puede haber confusión a cuál individuo se refiere la foto. Además, se quiere saber el tamaño de la planta, del árbol, o del órgano. Entonces se deben **tomar siempre dos fotos**, una **con una escala y otra sin la escala** (sin escala para poder tomar la foto por ejemplo en un libro). La escala tiene que estar al lado de la planta (no a una distancia entre la planta y la cámara). Para flores, frutos y hojas, la escala puede consistir en una regla o cinta métrica. Para árboles, idealmente se usa un estadal.



Figura 36. Fotos de una flor y un fruto en estado fresco. En el caso del fruto, es deseable abrirlo para apreciar su estructura interior.



Figura 37. Ramita con hojas en estado fresco, tomada desde arriba.



Figura 38. Foto de detalle de la corteza con escala



Figura 39. Imágenes de árboles y plantas arborescentes completos; abajo a la derecha una foto del Inventario Nacional Forestal y de Suelos usada como portada de un libro.

Puntos importantes en resumen

PARA LA COLECTA:

- 1) Se realizarán colectas de (a) ejemplares de herbarios (hasta 7 duplicados) con sus datos y fotos, (b) pedazos de hojas [u otro tejido si no hay hojas] en bolsas con gel de sílice, así como en el caso de árboles (c) pedazos de corteza y madera, y (d) dos virutas por árbol. **En cada conglomerado se realizará la colecta de un individuo por especie de todas las especies de plantas con flores y/o frutos, incluyendo árboles, arbustos, lianas, hierbas, y epífitas.** Si al ver dos o más individuos con flores y/o frutos, surge la duda de si representan a la misma especie, entonces se deberán coleccionar ejemplares de ambos (aunque pudieran pertenecer a la misma especie). Hay que **evitar “colectas fotográficas”**, donde se toman fotos en lugar de ejemplares, con los datos de la “colecta” (solamente cuando hay una relevancia especial para el inventario). Si se coleccionarán adicionalmente ejemplares estériles, depende si para el inventario se requiere su identificación en el herbario. Las colectas estériles generalmente no se van a montar e intercalar en el herbario. **La primera viruta debe tomarse a la altura del pecho o incluso más abajo, y perpendicular a la pendiente. La segunda viruta debe tomarse en lo posible más abajo que la primera, y perpendicular a la primera** (una pendiente causa madera de reacción).
- 2) Cada ejemplar (duplicado) y muestra debe estar etiquetado por lo menos **con el código de colecta y mejor aún con la clave** de colecta. **¡El código de colecta (iniciales del colector y número de colecta) tiene que ser único por colecta!** Por ejemplo, el código de colecta “AJF 6” es para los ejemplares y muestras de un solo árbol (o planta), y no se debe repetir en otra planta. En la colecta del año posterior hay que seguir con la secuencia de los números de la colecta del año anterior. Si se presenta por alguna equivocación el mismo número de colecta dos veces, se puede aclarar con “a”, “b”, “c”, etc.
- 3) En forma extendida, los ejemplares deben llenar el **tamaño de 45 x 30 cm**. Hay que incluir en el ejemplar la base de las ramas, para poder ver estípulas, etc.
- 4) Se deben coleccionar en lo posible ejemplares con **hojas maduras**, no hojas tiernas, ya que las descripciones taxonómicas se basan generalmente en hojas maduras. Es importante que las **hojas compuestas estén completas, con su inicio en la rama.**
- 5) En muchos ejemplares del pasado se han caído las hojas; ésto se puede deber a un proceso de secado demasiado lento o insuficiente.
- 6) En el caso de colectas fértiles hay que coleccionar en lo posible 5 ejemplares, y en colectas excepcionales (bonitas o raras) hasta 7 ejemplares. Estos duplicados se

distribuirán posteriormente a diferentes herbarios, donde se conservarán por mucho tiempo (posiblemente más de un siglo).

- 7) En el caso de colectas estériles hay que coleccionar 2-3 ejemplares, para poder ver la variación entre ejemplares, es decir, la información taxonómica puede complementarse entre duplicados.
- 8) Hay que coleccionar muestras de corteza y madera solamente en el caso de ejemplares fértiles, para no dañar los troncos sin necesidad. En los casos donde ver la corteza es importante para la determinación taxonómica, se puede ver también la foto de la corteza, tomada en sitio.
- 9) Contar con el nombre común de las especies ayuda también para la determinación.
- 10) Los registros del color de los frutos, flores, y exudado es información complementaria para casos de un color conspicuo que luego ya no es observable con el ejemplar.
- 11) No es útil poner como características del sitio "Otros", sino que es deseable tener información para la etiqueta del ejemplar como "Fragmento de selva con un arroyo" o "Árbol solitario en un pastizal de ganado".
- 12) Para coleccionar una buena viruta con el taladro de Pressler, es fundamental afilar periódicamente la punta del taladro.
- 13) Se deberán tomar dos fotos, una con escala y la otra sin escala.

PARA LA ENTREGA:

- 14) La colecta consiste de los (1-) 3-5 (-7) ejemplares (es decir, duplicados) en conjunto, cada uno en papel periódico doblado adecuadamente, sin engrapar partes, y sin pegado con mucha cinta.
- 15) Las muestras de corteza y madera en bolsas de papel estraza se colocan con el ejemplar.
- 16) La **hoja con los apuntes de campo también tiene que estar con los ejemplares correspondientes**. De ayuda son especialmente la información del Estado (y municipio) de la colecta, elevación sobre nivel del mar, nombre común, y tamaño de la planta. Con el ejemplar y esta información a la vista, los determinadores frecuentemente pueden resolver la determinación taxonómica.
- 17) Las muestras en gel de sílice en bolsas ziploc van en una caja aparte, **¡cada bolsa etiquetada con el código único de colecta!** No hay que engraparlas con ejemplar.

- 18) Las virutas en popotes de papel van en otra caja aparte, **icada popote etiquetado con el código único de colecta!** Usar popotes de papel permite secar las virutas, las cuales tampoco deben hongearse.
- 19) Favor de entregar la base de datos con toda la información solicitada, y de manera que los registros en la base coincidan con la entrega física.

Referencias

- Bridson, D., & L. Forman. 1998. ***The Herbarium Handbook*** (third edition). Royal Botanic Gardens, Kew, Reino Unido. 348 páginas.
- Lot, A., y F. Chiang (compiladores). 1986. ***Manual de herbario***. Consejo Nacional de la Flora de México A.C., México D.F., México. 142 páginas.
- Ricker, M., & D.C. Daly. 1998. ***Botánica económica en bosques tropicales: principios y métodos para su estudio y aprovechamiento***. Editorial Diana, México D.F., México. 293 páginas. (Capítulo 2 sobre taxonomía de plantas)
[https://www.researchgate.net/publication/273058758_Botanica_economica_en_bosques_tropicales_principios_y_metodos_para_su_estudio_y_aprovechamiento]
- Ricker, M., & H.M. Hernández. 2010. **Tree and tree-like species of Mexico: gymnosperms, monocotyledons, and tree ferns**. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 27-38.
[<http://www.ejournal.unam.mx/bio/BIO81-02/BIO081000205.pdf>]
- Ricker, M., H.M. Hernández, M. Sousa, & H. Ochoterena. 2013. **Tree and tree-like species of Mexico: Asteraceae, Leguminosae, and Rubiaceae**. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 439-470.
[<http://dx.doi.org/10.7550/rmb.32013>]
- Ricker, M., S. Valencia-Avalos., H.M. Hernández, C. Gómez-Hinostrosa, E.M. Martínez-Salas, L.O. Alvarado-Cárdenas, B. Wallnöfer, C.H. Ramos, & P.E. Mendoza. 2016. **Tree and tree-like species of Mexico: Apocynaceae, Cactaceae, Ebenaceae, Fagaceae, and Sapotaceae**. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 1189-1202.
[<http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2016.07.018>]
- Simpson, M.G. 2010. ***Plant systematics*** (second edition). Academic Press, Burlington, Massachusetts, EUA. 740 páginas. (Capítulo 17 sobre “Plant collecting and documentation”).

Anexo 1

Registro de datos para la colecta botánica del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS)

Empresa:

Código de colecta (iniciales del colector y número consecutivo):

CLAVE de colecta (códigos de conglomerado, sitio, y árbol del inventario):

Proyecto de la CONAFOR (p.e., INFyS 2018):

Código del conglomerado (¿NUMNAL o UPMID?):

Latitud del sitio (datum NAD 27):

Longitud del sitio (datum NAD 27):

Elevación sobre nivel del mar en metros:

Fecha de colecta:

Nombre(s) de colector(es):

Estado y municipio:

Lugar:

Características del sitio (árbol aislado en pastizal, cerca de arroyo, tipo de suelo, etc.):

.....

Tipo de vegetación observado del conglomerado (siguiendo INEGI):

.....

Tipo de perturbación observado del conglomerado (siguiendo INEGI):

.....

Forma de vida de la planta (árbol, arbusto, liana, enredadera, epífita, hierba):

Altura total del árbol (o de la planta) en metros:

Diámetro (a altura del pecho) en centímetros:

¿Colores de flores y/o frutos o conos?

¿Exudado presente (p.e., latex o resina)? ¿Color? ¿Color cambia con aire?.....

.....

¿Aceites volátiles presentes en hojas o corteza? (descripción del olor)



.....
¿Presencia de contrafuertes?

Observaciones

Hojas u otro tejido fresco en gel de sílice incluido?

Para árboles con diámetro mayor a 10-15 cm: ¿viruta incluida?

En caso de colecta fértil de árboles: ¿corteza y madera incluida?

¿Fotos tomadas?

Nombre común:

Determinación preliminar (especie, género, familia, o “no se sabe”):

.....
¿Colecta fértil?

Número de duplicados:



Anexo 2: Dirección para entregar o enviar los ejemplares de herbario

Dr. Martin Ricker y Dr. Gerardo Salazar Chávez
Herbario Nacional (MEXU)
Instituto de Biología
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
Circuito Exterior s/n (ó Apartado Postal 70-233)
Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán
Ciudad de México 04510
555-622-9070
<mricker@ib.unam.mx>
<gasc@ib.unam.mx>

La UNAM cuenta en Ciudad Universitaria con una oficina de Correos de México (clave 04511), donde se recogen paquetes para el Instituto de Biología. De esta manera, el envío por este medio es relativamente barato.