

NOTAS SOBRE DENDROLOGÍA TROPICAL

ELBERT L. LITTLE, JR.

Servicio Forestal del Departamento de
Agricultura de Estados Unidos (Jubilado)
Washington, DC

¿Qué es dendrología? El término dendrología es una palabra científica y artificial. Se deriva de dos palabras griegas que significan árboles y tratado o estudio, o el estudio de los árboles. William A. Dayton (Dayton, 1945) realizó un análisis de la historia del uso del término. Quizás se utilizó la palabra por primera vez en el año 1668 como el título de un libro o enciclopedia de árboles por Ulisse Aldrovandi, médico y naturalista italiano. Los límites de la ciencia de la dendrología son controversiales. Originalmente, la dendrología abarcaba todos los aspectos de los árboles, y en ese tiempo no existía la ciencia de la silvicultura. Ahora, y especialmente en Europa, la dendrología abarca también los arbustos, pero en los Estados Unidos de América se limita con frecuencia a árboles.

En su uso actual, la dendrología se limita a la *botánica de árboles* o más precisamente a la *taxonomía de árboles*. Puede considerarse como una división de la silvicultura o la botánica que trata sobre la taxonomía de árboles. En algunas universidades de los Estados Unidos, la materia de dendrología se enseña por un profesor de silvicultura; y en otras, por un profesor de botánica que es un especialista en taxonomía o botánica sistemática.

La *Dendrología*, entonces, es una división de la silvicultura o la botánica que trata sobre la taxonomía de árboles y otras plantas leñosas, incluyendo *nomenclatura, clasificación, identificación y distribución*. La materia en países tropicales debería llamarse *dendrología tropical*, o la taxonomía de árboles tropicales, para diferenciarla de un curso en dendrología como se enseña en una universidad de los Estados Unidos o Europa. Esos países y continentes de la Zona Templada tienen árboles muy diferentes de aquéllos en regiones tropicales. Por ejemplo, un silvicultor que ha estudiado dendrología solamente en un colegio de silvicultura en los Estados Unidos sabe muy poco de árboles tropicales.

¿PORQUÉ ESTUDIAR DENDROLOGÍA?

El estudio de dendrología tropical tiene cinco objetivos principales:

Nomenclatura de árboles – Aprender cómo se llaman los árboles, incluyendo los nombres científicos, nombres comunes y el código de nomenclatura botánica.

Clasificación de árboles – Aprender cómo se clasifican los árboles en familias, géneros y otros grupos, según sus disposiciones. Aprender los nombres y las características de las familias botánicas de árboles comunes e importantes.

Identificación de árboles – Poder colocar un árbol desconocido en su familia. Aprender cómo encontrar el nombre de árboles desconocidos o identificar árboles por medio de claves, manuales y su flora. Conocer los libros de referencia para la identificación de los árboles de su país. Aprender cómo recolectar especímenes botánicos. Aprender cómo mantener y usar un herbario.

Distribución de árboles – Aprender cómo están distribuidos los árboles en zonas climáticas y tipos forestales. Conocer la distribución geográfica de árboles forestales importantes.

Árboles forestales importantes – Conocer los árboles forestales importantes de su país, incluyendo los nombres científicos, nombres comunes, familia, distribución y abundancia, y usos.

LIBROS DE REFERENCIA DE DENDROLOGÍA

Hay muy pocos libros de texto sobre dendrología. En los Estados Unidos de América hay pocos, como el Libro de Texto de Dendrología de William M. Harlow y Elwood S. Harrar (Harlow y Harrar, 1950). Varios manuales y flora de las regiones y estados también se usan. Sin embargo, los libros no incluyen árboles tropicales y no son útiles en países tropicales.

Puesto que *no hay textos sobre dendrología tropical* para los países americanos tropicales, estas notas pueden servir como una introducción al tema. Referencias y textos sobre taxonomía de plantas tienen mucho material que se relaciona con dendrología. Muchos de éstos están publicados en inglés y en otros idiomas, más que en español. Varios libros, folletos y artículos sobre los árboles, bosques y plantas de un país o localidad son útiles para los silvicultores en ese país.

¿QUÉ ES UN ÁRBOL?

Todos sabemos lo que es un árbol, pero no es fácil generar una definición precisa. Es posible clasificar plantas con semillas o plantas florecientes en cuatro grupos artificiales *basándose en el tamaño y hábito de los tallos: árboles, arbustos, hierbas y bejuco*s. El antiguo griego Teofrasto (372 a 287 Antes de nuestra era), discípulo de Aristóteles y llamado el Padre de la Botánica, diferenció entre árboles, arbustos y

hierbas. Estos grupos artificiales no están relacionados con la clasificación natural de botánica dentro de las familias botánicas.

Las definiciones en terminología *Forest Terminology* (Sociedad de Silvicultores Americanos, 1944), traducido al español por M.A. González Vale como *Terminología Forestal* (González Vale, 1950), ha sido aquí un poco modificado.

- **Árbol:** Una planta leñosa que tiene un tronco bien definido, erecto, perenne y una copa más o menos formada y que generalmente alcanza una altura de por lo menos 12 a 15 pies (4 a 5 m) y un diámetro normal (medido a 1.3 m de altura desde la base) de 7 a 10 cm.
- **Arbusto:** Una planta leñosa perenne más pequeña que un árbol, y usualmente con varios tallos perennes que se ramifican desde la base.
- **Hierba:** Una planta con un tallo herbáceo o blando, anual o perenne, pero no leñoso. (Una hierba puede ser anual o perenne o, en climas fríos, tienen un tallo que se muere desde el suelo cada año).
- **Bejuco:** Una planta leñosa o herbácea con tallos no erectos, dependiendo de otras plantas u objetos para su soporte.

APLICACIONES PRÁCTICAS DE DENDROLOGÍA

La dendrología es como una herramienta o un instrumento para familiarizarse con los árboles y estudiarlos. Los nombres sirven como una guía para referirse a los árboles. *Antes de hacer un estudio de los recursos forestales de un país tropical, es necesario saber los nombres de las especies.* Siempre, los silvicultores necesitan saber los nombres de los árboles importantes con los que trabajan.

LA NOMENCLATURA DE ÁRBOLES

La nomenclatura es una división de la taxonomía que trata de los nombres de plantas, incluyendo los nombres correctos, sinónimos y reglas de nomenclatura.

Los árboles, como otras plantas, tienen dos clases de nombres, nombres comunes y nombres científicos. Ambos son importantes y necesarios, y ambos tienen sus ventajas y desventajas.

Los nombres comunes están en el *idioma del país*. Su origen es un tema interesante. Algunos nombres de árboles en español en América tropical son palabras utilizadas desde mucho tiempo atrás por los

indios americanos. Otros son los mismos que aquéllos de diferentes árboles en España. Quizás los colonizadores españoles dieron estos nombres a árboles desconocidos en el Nuevo Mundo que se parecían a árboles del Viejo Mundo. Algunos nombres comunes son de otros tipos, como descriptivos – del uso, del ambiente, o de la región o el lugar donde se encuentra la especie. En los Estados Unidos, otros nombres comunes en inglés son traducciones del nombre científico o dados en honor al descubridor u otra persona.

VENTAJAS DE LOS NOMBRES COMUNES

- (1) Están en el idioma que la gente conoce.
- (2) Son utilizados por la gente campesina, leñadores, gente en general, y en el comercio.

DESVENTAJAS DE LOS NOMBRES COMUNES

- (1) Cambian en diferentes lugares, países e idiomas.
- (2) Los mismos nombres comunes pueden ser utilizados para diferentes especies en diferentes lugares, países, etc.
- (3) Muchas especies no tienen sus propios nombres comunes precisos. Todavía hay especies desconocidas sin nombres.
- (4) Muchos nombres comunes no son exactos. Algunas especies tienen nombres comunes imprecisos que corresponden solamente a un género o a una familia botánica.
- (5) No hay una autoridad determinada o código de reglas que rijan los nombres comunes y que los hagan uniformes.

Como están en idiomas modernos, los nombres comunes son útiles solamente en un idioma y cambian de un país a otro. Una especie de árbol útil de distribución extensiva puede tener de 5 a 10 o más nombres en diversas localidades y en el comercio. Por ejemplo, un árbol de las Antillas puede tener un nombre en inglés en Jamaica, un nombre en español en Cuba, y un nombre en francés en Haití. Y quizás en las otras islas, como Puerto Rico y las Antillas Menores, tiene otros nombres. Si se extiende a Sudamérica o Centroamérica, los nombres pueden cambiar más. También, hay confusión porque el mismo nombre común puede utilizarse para diferentes especies en diversas partes de su extensión natural.

Por lo tanto, para exactitud y claridad y para evitar confusión, los botánicos y también los silvicultores están obligados a utilizar nombres científicos de árboles.

VENTAJAS DE LOS NOMBRES CIENTÍFICOS

- (1) Son uniformes en un sistema universal utilizado en todo el mundo.
- (2) Están en el idioma latín, que no es el idioma de ningún país y, siendo un idioma muerto, no cambia a través de los años.
- (3) Muestran la clasificación y las relaciones de las especies.
- (4) Hay un Código Internacional de Nomenclatura Botánica con reglas para nombres científicos y para nombrar nuevas especies.

DESVENTAJAS DE LOS NOMBRES CIENTÍFICOS

- (1) Son raros y largos.
- (2) No son utilizados por la gente.

El idioma latín que fue utilizado por eruditos de siglos pasados fue continuado por los biólogos para los nombres científicos de plantas y animales. Hace unos cuantos siglos los botánicos estaban estudiando plantas medicinales o hierbas y escribieron libros con las descripciones y el texto en latín. La descripción en latín de una frase se utiliza como el nombre.

Carlos Linneo (1707-1778), el distinguido naturalista sueco, estableció el sistema binomial de nomenclatura en el año 1753. Ese año él publicó en latín su libro *Species Plantarum* (Especies de Plantas), que es el comienzo de la nomenclatura botánica moderna (Linnaeus, 1753).

El sistema binomial de nomenclatura, o sistema de dos nombres, significa que el nombre de cada especie de plantas consiste en dos palabras en latín, el género y el epíteto específico. (El mismo sistema se utiliza para animales).

Por ejemplo, el nombre científico de la especie de caoba de Centroamérica y Sudamérica es *Swietenia macrophylla*. A estas dos palabras los botánicos sistemáticos agregan el nombre del autor, el botánico que dió este nombre primero a la especie y publicó una descripción botánica de ella. Por lo tanto, *Swietenia macrophylla* King. Los trabajos botánicos deben incluir el nombre del autor. Sin embargo, por lo general no es necesario escribir o recordar al autor, y los silvicultores rara vez necesitan mencionar al autor.

Los nombres científicos están sujetos a reglas precisas. Estas reglas son adoptadas y revisadas por los botánicos sistemáticos en congresos botánicos

internacionales. Los últimos congresos tuvieron lugar en Estocolmo, Suecia, en 1950, y en París, Francia, en 1954. La edición más reciente de las reglas se llama *Código Internacional de Nomenclatura Botánica* (Lanjouw *et al.*, 1952). Cambios menores o correcciones se hicieron en 1954 y se incorporarán en una edición revisada.

Bajo el Código, los nombres científicos están en latín o, si son de otro idioma o de origen artificial, tienen terminaciones en latín. El nombre genérico es un sustantivo y comienza con una letra mayúscula. El epíteto específico comienza con una letra minúscula y puede ser: (1) un adjetivo que concuerda con el nombre genérico en género (masculino, femenino o neutro), (2) un sustantivo en el caso genitivo en latín como el nombre de una persona, o (3) el nombre de otro género u otra planta en añadidura. Las dos palabras se subrayan en manuscritos o en la máquina de escribir y en letras cursivas en publicaciones. En origen y derivación los nombres científicos son descriptivos o de otro tipo, como los nombres comunes.

Hay tres reglas muy importantes en el Código. La *regla de tipos* indica que un nombre científico se basa en un espécimen llamado el tipo. La identidad se fija con este espécimen, que se guarda en un herbario grande. Según la *regla de prioridad*, el nombre correcto de un grupo es el más antiguo que está de acuerdo con el Código. Por ejemplo, en el pasado, a muchas especies se les ha dado más de un nombre científico por diferentes botánicos trabajando independientemente. Por lo tanto, solamente hay un nombre válido, el más antiguo, y a los otros se les llama sinónimos. La *regla de homónimos* trata sobre homónimos o nombres idénticos. El mismo nombre no puede utilizarse para dos grupos diferentes, y si un nombre se utilizó antes para un grupo, nunca puede ser utilizado para otro.

De estas reglas puede verse que los nombres científicos no son perfectos. Entre los botánicos no hay un acuerdo completo sobre los nombres, su aplicación o sus límites. Algunas especies todavía tienen dos nombres científicos que se utilizan en diferentes libros. Sin embargo, los nombres científicos son mucho más precisos y claros que los nombres comunes.

PRONUNCIACIÓN DE LOS NOMBRES CIENTÍFICOS

Estando en latín, los nombres científicos se pronuncian como palabras en latín. El idioma latín se pronuncia casi como el español y las vocales son similares en ambos idiomas. Entonces, es simple y

fácil en países de habla hispana tratar los nombres científicos como si estuvieran escritos en español. Sin embargo, hay algunos nombres derivados de palabras extranjeras, como idiomas modernos. Estos nombres se pronuncian como en el idioma original, con frecuencia con acento distinto al español. Los británicos y otros europeos pronuncian los nombres científicos correctamente de acuerdo al latín, pero en Estados Unidos, por lo general estas palabras se pronuncian como si estuvieran en inglés.

ABREVIATURAS DE NOMBRES DE AUTORES

Los nombres de algunos autores se escriben en forma abreviada después de los nombres científicos. Por lo general, éstos son botánicos que han nombrado muchas especies o que tienen nombres largos.

Los nombres completos de estas personas pueden encontrarse en glosarios de algunas referencias botánicas. Usualmente la abreviatura se detiene precisamente antes de la segunda vocal. Una excepción es Carolus Linnaeus, que solamente es "L." Por ejemplo, *Rhizophora mangle* L., mangle. También se ve H. B. K., por Humboldt, Boupland y Kunth, como en *Byrsonima crassifolia* H. B. K., chaparro.

DOBLE CITACIÓN DE NOMBRES DE AUTORES

Algunos nombres científicos de plantas son seguidos de nombres de dos autores, el primero en paréntesis. Por ejemplo, *Delonix regia* (Bojer) Raf., framboyán. Esto quiere decir que el primer autor dió el nombre del epíteto específico pero en otro género o como una variedad. Después, el segundo autor cambió el nombre y puso el epíteto específico en este arreglo. En este caso, el nombre anterior, que también se utiliza ahora, es *Poinciana regia* Bojer. Algunos botánicos consideran *Delonix* como un género distinto de *Poinciana* y otros no.

LA CLASIFICACIÓN DE ÁRBOLES

La *Clasificación* es una división de taxonomía que trata sobre los arreglos botánicos de plantas en grupos, como familias y géneros, de acuerdo con las relaciones.

Este es el problema. Hay aproximadamente 350,000 especies conocidas de plantas vivientes. No es posible estudiar y conocerlas todas una por una. ¿Cómo pueden arreglarse en grupos para estudiar,

recopilar información sobre las características, y para organizar toda esta información? Hay dos tipos de clasificaciones: artificial y natural.

CLASIFICACIONES ARTIFICIALES

Una *clasificación artificial* es un arreglo simple y conveniente pero no se hace de acuerdo a relaciones. Es como compartimentos o casillas en una caja o armario, un compartimento para cada especie. El antiguo griego Teofrasto propuso la clasificación artificial mencionada con anterioridad. Este arreglo de plantas en base al hábito de tallos, como árboles, arbustos, o hierbas es útil y conveniente. Los silvicultores estudian principalmente los árboles, que forman un grupo artificial.

Otra clasificación artificial fue el sistema sexual por Carlos Linneo, publicado en 1732. Todas las plantas fueron colocadas en 24 clases en base a sus estambres: su número, unión y longitud. Las clases fueron divididas en órdenes, en base al número de estilos en cada flor. Este sistema sirvió para identificar especímenes y fue muy útil en su tiempo.

CLASIFICACIONES NATURALES

Una *clasificación natural* intenta agrupar plantas similares de acuerdo a sus relaciones. Después de Linneo, otros botánicos propusieron sistemas naturales de clasificación de plantas. En estos trabajos, las especies fueron arregladas en grupos naturales como familias. El botánico francés Antoine de Jussieu inventó uno de los primeros sistemas naturales en el año 1789.

La clasificación moderna de plantas y animales se basa en el principio o teoría de evolución orgánica. En 1859 el naturalista británico Charles Darwin publicó su famoso trabajo, *El Origen de las Especies* (Darwin, 1955). El principio de evolución orgánica significa simplemente que las formas superiores de plantas y animales se han desarrollado a partir de las formas simples o inferiores a través de millones y millones de años. Las plantas especializadas se han originado de especies primitivas. En otras palabras, la vida vegetal ha cambiado lentamente durante largos períodos de tiempo.

La clasificación natural se basa en relaciones a través de descendencia. La evolución puede compararse con un árbol. En teoría, la vida vegetal comenzó como una semilla. A través de millones de años se convirtió en un árbol con muchas ramas representando el reino vegetal. Las yemas corresponden a las especies que existen ahora, y las

ramas a especies extintas o especies fósiles. Entonces, todas las ramitas en una rama pertenecen a la misma familia y están relacionadas. Pero como las ramas no existen ahora, las relaciones no se conocen bien y están expuestas a diferencias de opinión entre botánicos.

Hay muchas evidencias y pruebas para apoyar el principio de evolución orgánica. La morfología, o el estudio y comparación de la forma y las partes de las plantas, es importante. Por ejemplo, se piensa que aquellas especies con forma o estructura similar están relacionadas. Otras evidencias pueden encontrarse en otras subdivisiones de la biología como anatomía, embriología, genética, citología, paleontología y distribución geográfica.

No se comprenden muy bien los métodos de evolución orgánica. Entre las teorías está la teoría de mutación (o de cambios súbitos en las variaciones hereditarias) y la teoría de selección natural (o supervivencia del más apto) por Darwin.

Probablemente, el sistema natural de clasificación de plantas más genéricamente adoptado en la actualidad por los botánicos es el de Engler y Prantl (1887), dos botánicos alemanes, en cuyo importante trabajo de 20 volúmenes titulado *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* (Las Familias Naturales de Plantas), que abarca todo el reino vegetal. La evidencia más reciente indica que quizás este sistema puede ser mejorado. Sin embargo, es el más detallado y conveniente y se utiliza en grandes herbarios en el mundo.

Otro sistema natural importante que también se usa es el de Bentham y Hooker (1862-63), dos botánicos británicos, en su trabajo en latín de tres volúmenes, *Genera Plantarum* (Los Géneros de las Plantas).

LAS CATEGORÍAS DEL REINO VEGETAL

En la clasificación natural, las especies de árboles y de otras plantas se arreglan en grupos de rangos menores y mayores en una jerarquía. Estos grupos del reino vegetal son colocados en categorías. Las categorías están en latín y también en idiomas modernos. Están se enlistan a continuación en latín, inglés y español, con ejemplos.

Latín	Inglés	Español
Regnum Vegetabile	Plant Kingdom	Reino Vegetal
Divisio	Division	División
Classis	Class	Clase
Ordo	Order	Orden
Familia	Family	Familia
Genus	Genus	Género
Species	Species	Especie
(Varietas)	(Variety)	(Variedad)

Ejemplo en Latín	Ejemplo en Inglés	Ejemplo en Español
Spermatophyta (Divisio)	Spermatophytes (Division)	Espermatofitas
(Subdivisio Angiospermas)	(Subdivision Angiosperms)	(Angiospermas)
Dicotyledoneae	Dicotyledons	Dicotiledóneas
Geraniales	Geraniales	Geraniales
Meliaceae	Mahogany family	Meliáceas
Swietenia macrophylla	Mahogany Central American	Caoba de Honduras

Al final (sin ser una categoría), está el individuo (individuum en latín; individuo en español). También, los subgrupos para otras categorías pueden agregarse en grupos grandes conforme sea necesario, como la subdivisión en el ejemplo anterior: subfamilia, subgénero, etc.

El reino vegetal tiene en la actualidad aproximadamente 350,000 especies conocidas de plantas vivientes, agrupadas en 19,000 géneros. La división de Espermatofitas (fanerógamas o plantas con semillas) contiene 2 subdivisiones, 7 clases, 45 o más órdenes, más de 300 familias, más de 10,000 géneros y más de 250,000 especies.

La unidad más importante en la clasificación botánica es la especie. Cada individuo, árbol o planta, pertenece a una especie en particular. Es difícil definir una especie y también las otras categorías. La *especie* se compone de plantas (o animales) individuales que son similares en apariencia y que pueden reproducirse entre sí y producir otros individuos que se parecen a los padres. Un *género* es un *grupo de especies relacionadas*. Una *familia* también se compone de un grupo de *géneros relacionados*. Un *orden* consiste de un grupo de *familias relacionadas*, etc.

La *variedad* es una división o variación pequeña de una especie o un grupo de individuos que difieren levemente de los otros. La mayoría de las especies no tienen variedades o no están divididas en variedades. *Las variedades se nombran, particularmente en especies cultivadas*.

Los nombres científicos de familias y categorías superiores están en plural, mientras que los nombres de géneros, especies y variedades están en singular.

El nombre de un *orden termina en ales* y se deriva de su familia tipo. Por ejemplo, geraniales es de la familia geraniaceae, que se deriva del género *Geranium*.

La terminación de nombres de *familias botánicas es -aceae*. Sin embargo, el Código permite el uso de ocho excepciones con terminaciones en *-ae*. Por

ejemplo, Palmae, Fabaceae y Guttiferae. El nombre de una familia se deriva *de su género tipo* o de un sinónimo. Por ejemplo, Meliaceae viene de *Melia*.

El tema de dendrología tropical abarca el estudio de familias de los árboles forestales importantes con características distintivas y ejemplos.

IDENTIFICACIÓN DE ÁRBOLES

La identificación de un árbol consiste en determinar el nombre científico correcto, generalmente por medio de manuales, flores, claves, etc.; o en determinar que la planta o espécimen es el mismo que una planta conocida anteriormente ya con un nombre científico. En estas referencias se utiliza una terminología botánica especial para describir las diferencias en la morfología o en las partes de los árboles. Por esta razón, en el laboratorio estudiamos la terminología de la hoja, flor, fruto, etc.

MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN DE ÁRBOLES

La pregunta es: ¿Cómo aprender el nombre de un árbol? Hay varios métodos; en cada caso debemos usar el método más fácil, simple y más rápido, que también llega al nombre correcto.

La Pregunta

El método más simple para aprender el nombre de un árbol es preguntar a alguien que lo sabe. Este método puede utilizarse en cualquier lugar. Siempre que haya una oportunidad, debemos ir a los bosques con otros silvicultores o botánicos que conocen bien las especies. Este método es muy útil, especialmente en una región, donde muchos árboles son desconocidos. En la universidad y en el herbario, como en el campo, preguntar ayuda a la identificación.

Este método es especialmente importante para aprender los nombres comunes, porque muchos de ellos no se encuentran en los libros. La población nativa que conoce bien los árboles de su localidad, han aprendido los nombres por medio de otras personas y no de libros de botánica. Cuando hay duda, se debe preguntar a dos personas para ver si ambas dan el mismo nombre. También, cuando se sabe el nombre común, con frecuencia es fácil obtener el nombre científico del género o la especie en referencias sobre plantas o maderas.

Sin embargo, hay limitaciones y desventajas en el método de interrogación. (1) Otras personas, incluyendo a los especialistas pueden equivocarse

con los nombres o su identificación. (2) En algunas localidades no hay personas que conozcan todos los árboles, especialmente los nombres científicos. (3) Muchas veces los silvicultores tienen que trabajar solos y donde no hay ayuda para hacer identificaciones. Por lo tanto, los silvicultores necesitan saber cómo identificar árboles y también especímenes botánicos.

Libros, Manuales, Flores, Catálogos, Claves y Monografías

Dondequiera que haya un buen manual ilustrado de la región, como los hay en varias partes de los Estados Unidos, uno puede visualizar las ilustraciones. Este método, útil aunque no científico, puede desperdiciar tiempo y no puede emplearse donde hay muchas especies de árboles; un manual ilustrado no puede mostrar muchas especies de menor importancia.

Por lo general, estos libros están escritos por botánicos para botánicos, y con la terminología técnica de la botánica sistemática. Así, los forestales en el estudio de la dendrología, deben aprender a leer y comprender estos libros de botánica, que tienen muchos – quizás demasiados – términos técnicos. Se necesitan más manuales populares ilustrados que contengan un mínimo de términos técnicos, y que sean escritos para los forestales y el público.

Por lo tanto, estudiaremos en el laboratorio la terminología botánica de la *hoja*, *flor*, *fruto* y otras partes de los árboles, como el *tallo* y la *corteza*.

Una *flora* de un región, por lo general, contiene descripciones botánicas y claves, sin embargo, algunos países tropicales no tienen descripciones de su flora.

Un *catálogo* tiene una lista de las especies de una región, con frecuencia con otras notas. El Catálogo de la Flora de Venezuela también tiene claves para los géneros.

Una *monografía* es un estudio de un género o familia en un país o en una región más grande. Por ejemplo, Rubiaceae de Venezuela, por Standley, y *Podocarpus* en el Nuevo Mundo, por Buchholz y Gray.

Una *clave*, como una llave para una puerta, es un simple instrumento para abrir el camino hacia el nombre, o un dispositivo artificial para encontrar rápidamente el nombre científico de una planta. Esto es mucho más fácil que leer muchas descripciones. Las referencias botánicas antiguas de hace uno o

dos siglos, no tenían claves. Para identificar una planta desconocida con un libro de botánica sin una clave, era necesario leer las descripciones hasta llegar a una que concuerde con la planta. Por ello, en promedio es necesario leer la mitad del libro para identificar un espécimen.

La clave es dicotómica, o con ramificaciones o ramas de dos en dos. Divide a las plantas de un libro en grupos de dos o por mitades hasta que llega al nombre que corresponde al espécimen. En una clave hay pares de frases cortas contrastantes, generalmente cada una de una sola línea. Es necesario determinar cuál de las dos frases concuerda con el espécimen. Si la frase contiene dos o más partes, todas las características deben concordar con el espécimen. Debajo de la frase correcta se encuentra otro par de frases contradictorias. La selección de una frase correcta se repite hasta que se llega al nombre. Si hay una descripción, uno debe leerla para verificar si concuerda con el espécimen. Si no concuerda, probablemente hay un error y debe repetirse el uso de la clave buscando otra ramificación que lleve a la identificación correcta.

Hay claves para familias y para géneros dentro de una familia y para especies dentro de un género. Desafortunadamente, en algunas regiones tropicales hay pocas claves para especies. Cuando hay dos o más claves para utilizar, es más simple usar la más corta o aquella de la región más pequeña o con el menor número de partes.

Los *dos tipos de claves son la clave indentada y la clave paralela*. La clave indentada comienza con las frases contrastantes del par a la izquierda de la página, usualmente no juntas sino separadas por otros pares que siguen un poco más a la derecha. Generalmente hay números o letras para facilitar la comparación, pero no en algunas claves cortas. Debajo de cada línea el siguiente par está indentado.

La clave paralela siempre tiene las dos frases contrastantes del par integrado, una directamente debajo de la otra, y la posición de los pares que siguen está indicada por números.

Debemos saber cómo utilizar ambos tipos de claves, porque ambas se encuentran en libros de referencia. Cada una tiene sus ventajas y desventajas. Las claves largas de muchas páginas son usualmente paralelas y no desperdician espacio como en una clave indentada con muchas líneas cortas. Generalmente se prefiere la clave indentada porque es más fácil de seguir, y si se comete un error la rama correcta puede encontrarse más rápidamente.

El Herbario

Un herbario es una colección de especímenes de plantas, secadas, prensadas, montadas en cartulinas, identificadas y arregladas de acuerdo a una clasificación botánica. Los especímenes se colocados en cajas o armarios grandes, de acero o madera. Los especímenes especiales son conservados por otros métodos, como frutos grandes en cajas y plantas suculentas o plantas pequeñas en líquido.

El herbario sirve para la identificación de especímenes botánicos y también como referencia y enseñanza. Los especímenes tipo son la base de la nomenclatura botánica, y todos los especímenes juntos muestran la distribución geográfica. El herbario es la base de muchas investigaciones y publicaciones sobre taxonomía.

¿Cómo se utiliza el herbario para la identificación de árboles? Hay dos métodos principales:

(1) Para verificar la identificación hecha por una clave o mediante la descripción en una referencia botánica. Es mucho más fácil comparar un espécimen con uno ya nombrado, que con una descripción.

(2) Para comparaciones con especímenes de varias especies. Cuando no hay referencias botánicas adecuadas para identificación, el herbario es muy útil. Por ejemplo, en un país que carece de la descripción de su flora o claves para especies, es necesario llevar los especímenes botánicos a un herbario que tiene colecciones del país o de la región, para encontrar especímenes identificados de la misma especie.

Siempre que se utiliza el herbario en la identificación, primero deben consultarse las referencias botánicas. Esto permite ahorrar tiempo para identificar el espécimen de antemano tan completamente como sea posible, con claves y floras. Se pierde tiempo utilizando el herbario antes de eliminar muchas especies similares con los libros. El género de la mayoría de las plantas puede determinarse con los libros de otras regiones.

Si el espécimen es pobre o no está completo con flores y frutos, es difícil seguir una clave. Entonces, el herbario puede examinarse por método de prueba y error, buscando especímenes idénticos, aunque este método es lento.

En la identificación de un espécimen seco en el herbario, con frecuencia es necesario disecar la flor para estudiar sus partes. La flor seca puede remojarse en agua caliente o hirviendo antes de examinarla. Entonces se pondrá suave y podrá ser

examinada sin romperla y casi tan bien como cuando estaba fresca.

Envío de Especímenes a un Herbario Grande

En lugar de hacer sus propias determinaciones, el silvicultor puede enviar especímenes botánicos a un herbario grande para su identificación.

Para facilitar las determinaciones y también para preparar especímenes que serán preservados permanentemente en un herbario grande, los silvicultores deben saber cómo recolectar y preparar buenos especímenes.

La principal ventaja de enviar especímenes a un herbario grande es que las identificaciones por los especialistas serán correctas y acorda a estudios más recientes.

Las desventajas son que es necesario recolectar y preparar los especímenes botánicos, y que con frecuencia hay una demora de unos meses o más de un año, hasta que las determinaciones se reciban (por lo general, colecciones pequeñas se nombran más rápidamente que las grandes).

Antes de enviar los especímenes para su identificación, siempre se debe escribir y mencionar el número de especímenes y la región o el Estado donde se recolectaron. Algunos herbarios no tienen especialistas en plantas de ciertas partes del mundo y no están interesados en especímenes de aquellos países. El servicio de identificación es gratuito, pero en lugar de pago, el herbario se queda con los especímenes.

Cuando hay un especialista trabajando con un grupo en particular, como una familia y escribiendo monografías sobre sus géneros, este botánico es la mejor autoridad en ese grupo y puede hacer las mejores identificaciones.

Muchos países tienen herbarios nacionales que pueden variar mucho en su tamaño. Los herbarios más grandes del mundo están principalmente en Europa y Norteamérica. Amplias colecciones de América tropical están depositadas en tres herbarios en los Estados Unidos: Museo de Historia Nacional de Chicago, Chicago, IL; Jardín Botánico de Nueva York, New York City, NY; y el Museo Nacional de Estados Unidos, Washington 25, DC. Especialistas de éstos y otros herbarios en los Estados Unidos han hecho exploraciones botánicas extensas, y han recolectado muchos miles de especímenes en América tropical.

LA RECOLECCIÓN DE ESPECÍMENES BOTÁNICOS

LA NECESIDAD DE RECOLECTAR ESPECÍMENES BOTÁNICOS

En la identificación de un árbol desconocido, un espécimen vale más que muchas palabras o notas. Es difícil identificar un árbol solamente considerando las notas escritas en el bosque.

De vez en cuando los silvicultores necesitan recolectar algunos especímenes botánicos de los árboles con los que trabajan. Si ellos no conocen los árboles en el bosque, entonces deben preservar dichos especímenes para identificarlos posteriormente o enviarlos a un herbario grande o con un especialista para su determinación.

Por ejemplo, al hacer un inventario de los recursos forestales de una región, números o nombres comunes pueden utilizarse para los árboles desconocidos. Entonces, los especímenes deben recolectarse para su posterior identificación.

Los botánicos sistemáticos tienen varios métodos de recolectar especímenes. Sin embargo, por lo general los silvicultores recolectan sólo pocos especímenes y pueden emplear los métodos simples. En una emergencia, una ramita puede cortarse del árbol y prensarse en un cuaderno, en el bolsillo o en un libro. Pero vale la pena recolectar buenos especímenes y al final, serán mejores las identificaciones.

INSTRUCCIONES PARA HACER RECOLECCIONES

Recolectar Suficiente Material de Buenos Especímenes con Flores o Frutos

Esta es la primera regla. Con frecuencia, los botánicos están interesados en recolectar especímenes incompletos de plantas raras, pero los silvicultores no. *Un árbol raro generalmente no es importante en la silvicultura.*

Es muy difícil identificar correcta y completamente un espécimen estéril de un árbol, a partir de solo las hojas y las ramas. Los árboles en diversas familias tienen hojas muy similares. Sin embargo, con frecuencia se encuentran árboles desconocidos sin flores y frutos, y es necesario recolectar especímenes estériles. Posiblemente se puede encontrar un árbol floreciendo fuera de su temporada regular. Si no, es muy útil recolectar una muestra de madera del mismo árbol. Quizás los especialistas en

anatomía de la madera puedan identificar el género o la familia de la madera, y luego los botánicos pueden continuar la identificación.

Recolección de al Menos dos Conjuntos

Se debe recolectar dos especímenes del mismo árbol, uno para guardar y el otro para enviar al herbario o al especialista para su identificación. Además serían útiles unas cuantas flores adicionales para su disección. Siempre que sea conveniente, sería útil recolectar más conjuntos. Sin embargo, toma más tiempo y se requiere más equipo para preparar los conjuntos adicionales. Para evitar una mezcla de dos especies, todos los conjuntos deben ser del mismo árbol.

Escribir Notas Útiles en el Bosque para la Etiqueta

Un espécimen sin notas no es de mucho valor para el silvicultor o para el herbario. En el herbario, las notas en la etiqueta probablemente valen más que el espécimen. Estas notas incluyen:

- (1) **Nombre del recolector.**
 - (2) **Número del espécimen.** Cada recolector debe utilizar una serie de números para conveniencia en sus notas, en identificación y en el herbario, cuando se haga más tarde referencia a los especímenes.
 - (3) **Fecha.**
 - (4) **Localidad.** El País, Estado, Municipalidad, localidad exacta o distancia y dirección desde una ciudad o desde un punto en el mapa.
 - (5) **Elevación sobre el nivel del mar.**
 - (6) **Tipo forestal.** Especies asociadas. Suelo. Si es cultivada o silvestre.
 - (7) **Nombre común.**
 - (8) **Tamaño y hábito.** Altura y diámetro del árbol, o si la planta es un arbusto, bejuco o hierba.
 - (9) **Usos.**
 - (10) **Otras notas.** Abundancia. Color de la flor. Fruto. Corteza y látex. Madera. Raíces.
- Naturalmente, todas estas notas no se pueden obtener para todos los especímenes.

EQUIPO DE RECOLECCIÓN

Es difícil recolectar especímenes botánicos de árboles porque las ramas comúnmente son altas. En una búsqueda se puede ubicar un árbol pequeño de la misma especie o un árbol con ramas bajas en los límites del bosque. A veces uno puede subir al árbol o se puede derribar. O se pueden encontrar en el suelo hojas, flores y frutos caídos.

Para obtener especímenes es indispensable contar con herramientas como cuchillos, machetes y hachas. También pueden utilizarse tijeras de podar y podadoras con extensiones.

Son útiles también un cuaderno con lápiz o pluma de escribir, una lupa portátil y una regla o cinta para medir. También lo son binoculares y una cámara.

Es importante llevar los especímenes del bosque a la oficina o base, sin perder partes, sin ocasionar daño, y sin secarlos. Probablemente el mejor método es llevar una prensadora liviana con periódicos viejos directamente al bosque. O los especímenes pueden ponerse en una bolsa de cáñamo o envolverse en periódicos. También hay grandes latas que se usan con periódicos húmedos adentro. Para frutos o semillas grandes, son útiles las bolsas de papel.

EQUIPO DE PENSADO

Los especímenes botánicos en el herbario se secan y se prensan para su mejor preservación y ahorro de espacio. El reto al secar los especímenes es quitar la humedad con presión y de forma rápida. Si no es prensado, el espécimen no se queda plano sino que se arruga y se dobla. Entonces es frágil y se rompe o se daña fácilmente. Si no se seca rápida y completamente, el moho lo daña. También cuando se seca rápidamente, los especímenes mantienen su color natural mejor y no pierden hojas ni otras partes.

En una emergencia los especímenes pueden ser prensados con solo algunos periódicos y disponer de un peso, como libros, tablas, ladrillos o piedras.

La Prensa

Por lo general se utiliza una prensa de madera, de un tamaño de 12 por 17 ó 18 pulgadas, con dos correas de cuero o de lona.

Los periódicos viejos que se doblan para los especímenes deben ser del mismo tamaño que la prensa. También se necesitan de 50 a 100 o más páginas de papel secante o secantes como el fieltro.

La muestra se arregla dentro de las hojas de periódico. No debe ser más grande que las láminas de montaje en la cartulina, que miden 16½ por 11½ pulgadas. Un espécimen grande puede doblarse en forma de V, N o M. Dado que la lámina de montaje y el espécimen prensado solamente tienen dos dimensiones en lugar de tres, algunas hojas y ramas deben quitarse, dejando la base de los pecíolos para indicar la disposición de las hojas. Por lo general, no se deben arreglar las hojas una directamente encima

de la otra. Si se dejan muchas hojas, el espécimen no se seca bien y las hojas debajo no se pueden ver.

Afuera, en la esquina de la hoja del periódico se puede poner el número del espécimen que corresponde al número del recolector en el cuaderno de notas. Entre cada dos papeles doblados conteniendo especímenes se pone un secante. Cuando todos los especímenes están arreglados en papeles, la prensa se ajusta y se amarra.

La prensa debe ponerse en un lugar cálido y seco. Diariamente o dos veces al día, se cambian los secantes hasta que los especímenes dentro de los papeles se sequen completamente y se rompan cuando se doblan. La primera vez que se cambien los secantes, los especímenes deben ser examinados y re-arreglados nuevamente tanto como sea necesario; aquéllos que se hayan doblado deben ser enderezados. Los secantes húmedos se secan al sol, cerca de una estufa, o colocados uno por uno contra las paredes y en el piso de un cuarto. Si no se tienen secantes, se puede utilizar papel periódico. El tiempo para el secado varía de días hasta semanas, dependiendo del tamaño de los especímenes, grosor de las hojas, etc. Este método es más bien lento, demanda de mucho tiempo y no prepara buenos especímenes de árboles con hojas gruesas. Sin embargo, les sirve lo suficientemente bien a los silvicultores que no recolectan muchos especímenes y que no desean llevar mucho equipo.

Calor

Los botánicos que recolectan especímenes botánicos en ciertas cantidades en las regiones tropicales, siempre usan el calor para secar las muestras de forma rápida. En el laboratorio se pueden utilizar hornos eléctricos con ventiladores o un aparato de calentadores eléctricos o focos eléctricos debajo de la prensa.

En el campo pueden emplearse estufas portátiles de gasolina, de queroseno o linternas de queroseno.

Secantes Corrugados

Con el calor se necesitan hojas corrugadas o cartulina corrugada para que el aire caliente pueda pasar dentro de la prensa y remover el agua de los especímenes. Las hojas corrugadas son del mismo tamaño que la prensa. Aquéllas de cartulina pueden ser planas en uno o ambos lados. Las hojas de metal están hechas de aluminio o hierro y duran son más durables. Caben juntas en menos espacio y secan los especímenes en la mitad del tiempo que se requiere con la cartulina. Después de 12 horas o más en una prensa ordinaria con secantes, las hojas

corrugadas se meten en lugar de cada segundo secante, y la prensa se instala sobre la estufa. Se pone una tela alrededor de la estufa y se amarra ajustadamente alrededor del fondo de la prensa, pero abierta cerca del fondo o en un lado, para permitir la entrada del aire. Con láminas de metal, la mayoría de los especímenes se secarán de 12 a 24 horas. En el punto medio de este período, las correas deben ajustarse y la prensa se debe voltear. Dado que existe un peligro de incendio, *la estufa nunca debe dejarse desatendida*.

Después de haberse secado, los especímenes deben arreglarse en orden por número y ponerse en cajas de cartón o en paquetes en un lugar seco. Si éstos se almacenan por mucho tiempo, se deben aplicar insecticidas.

EL HERBARIO

De vez en cuando los silvicultores recolectan especímenes botánicos para herbarios grandes y también utilizan los herbarios para la identificación. Quizás con los especímenes duplicados ellos pueden hacer pequeños herbarios de las regiones donde trabajan. Por lo tanto, deben saber algo sobre la disposición y el cuidado del herbario. Cómo identificar especímenes en el herbario se discutió con anterioridad.

EL MONTAJE DE LOS ESPECÍMENES

Después de ser identificados y antes de ser colocados en armarios de acero o de madera, los especímenes se montan en hojas cartulina blanca. Estas cartulinas, que miden 16 ½ X 11 ½ pulgadas, deben ser de buena calidad y duraderas. En algunos herbarios los especímenes son montados con pegamento o goma. En otros, se utilizan pedazos angostos de cintas de tela engomadas. Con ambos métodos las partes gruesas, como ramas gruesas y frutos grandes, pueden coserse con aguja e hilo. Las partes sueltas, como flores y frutos adicionales, se colocan en bolsas pequeñas o sobres pegados a la lámina de montaje.

La Etiqueta

La etiqueta se pega o empasta en la esquina inferior derecha de la lámina de montaje. Por lo general, las etiquetas se imprimen en parte. Las notas del recolector deben agregarse con una máquina de escribir. Además, se agregan el nombre científico con el autor, el nombre de la persona que hizo la identificación, y preferentemente también el año de identificación.

Cuadernillos para Géneros

Los especímenes montados de un género, o de una especie si hay muchos, se ponen en una hoja de cartulina doblada, de 12 X 17 ¼ pulgadas después de doblada. El nombre genérico es colocado en la esquina inferior izquierda.

ARREGLO DEL HERBARIO

Por lo general, los herbarios grandes siguen un sistema natural de clasificación en su disposición. El más popular es el de Dalla Torre y Harms, basado en el de Engler y Prantl (1887), con números para las familias y los géneros. Cada género de plantas con semillas tiene un número, y los especímenes se arreglan y pueden encontrarse en este orden numérico.

En un herbario pequeño de una región, o en un herbario personal, es más simple seguir el orden de la flora botánica del país. Por lo general, el orden de las familias en referencias botánicas es el de Engler y Prantl (1887). Dentro de una familia, es más simple arreglar los géneros y las especies en orden alfabético.

PROTECCIÓN CONTRA INSECTOS Y MOHO

Siempre es necesario proteger el herbario contra insectos y, en climas húmedos, también contra moho. Ningún método es perfecto. Quizás el más simple es poner repelentes, como paradiclorobenceno o naftalina, en pequeños sacos de tela o bolsas que se colocan en la parte superior dentro de cada armario. De vez en cuando, algunos meses durante al año, es necesario agregar más productos químicos.

El Cloruro mercúrico (bicloruro de mercurio) en solución se emplea para matar insectos en especímenes botánicos. Antes de ser montado, el espécimen se sumerge en esta solución y luego se seca. Otro método es fumigación con disulfuro de carbono o un gas venenoso. O también los especímenes pueden ser colocados en un armario especial o en un horno donde los insectos pueden ser aniquilados con calor.

TÉRMINOS BOTÁNICOS

Para utilizar referencias botánicas en la identificación de árboles, es necesario comprender la terminología botánica. Las descripciones botánicas para identificación y también las clasificaciones naturales se basan principalmente en la morfología y anatomía.

Para distinguir las especies de árboles, se utilizan las diferencias en las partes, como la presencia o ausencia, número, arreglo, forma, tamaño, etc. Así, los silvicultores deben saber los nombres de las partes importantes de un árbol.

Plantas con flor (Angiospermas), aquéllas con flores y semillas, y particularmente los árboles, están compuestos de partes u órganos. Los órganos principales son la *raíz*, *tallo*, *hoja*, *flor* y *fruto*. Los tres primeros – raíz, tallo y hoja – son vegetativos en su función y sirven en el desarrollo y crecimiento de la planta a partir de la semilla:

La *raíz*, usualmente compuesta de un eje vertical y ramas, crece hacia abajo, fija la planta en el suelo, y absorbe las sustancias nutritivas, pero nunca da hojas.

El *tallo*, usualmente compuesto de un eje vertical y ramas, crece hacia arriba (contrario a la raíz), y sostiene las hojas y las flores.

La *hoja*, u órgano foliar, es generalmente plana y verde y su función es elaborar el alimento para la planta.

Los otros dos órganos, la flor y el fruto, tienen una función reproductiva y sirven en la producción de semillas para propagar la especie:

La *flor*, usualmente de color, es el órgano de reproducción y consiste de un eje o tallo con hojas modificadas de cuatro clases: el cáliz, corola, los estambres con polen, y el pistilo con los elementos femeninos u óvulos.

El *fruto* es el ovario maduro desarrollado del pistilo y contiene las semillas maduras.

En la clasificación botánica de árboles y también en su identificación, los órganos más importantes y más útiles son los órganos reproductivos. La flor y el fruto muestran las relaciones naturales y familias botánicas mucho mejor que los otros órganos. Los órganos vegetativos responden más fácil y rápidamente a diferencias en el ambiente, como clima y suelo, y por consiguiente, son menos constantes y más variables. Sin embargo, cuando un árbol no tiene ni flores ni frutos, es necesario utilizar estos órganos, como hojas, corteza y madera, en la identificación.

Los botánicos sistemáticos tienen una terminología especial de muchas palabras para describir las diferencias entre los muchos miles de especies de plantas. Estas palabras son derivadas de idiomas antiguos como latín y griego. Muchas son similares a palabras en español y no son difíciles de recordar. En los siglos pasados, los botánicos escribían sus

libros y descripciones en latín, y por esta razón ahora nos queda una terminología botánica muy rica. En realidad, hay más términos en taxonomía de plantas de los que se necesitan, y algunos rara vez se utilizan.

Los silvicultores no necesitan tantos términos como los botánicos. En el estudio de dendrología, aprenderemos los términos comunes que se utilizan en descripciones de árboles tropicales. Otros términos nuevos o extraños que se encuentran en publicaciones pueden buscarse en glosarios botánicos o en otras referencias botánicas.

LA RAÍZ

Por lo general, la raíz no es importante en la clasificación de árboles. Puesto que ésta se encuentra dentro de la tierra, las raíces no se ven o no se examinan fácilmente. También, probablemente tienen muy pocas características útiles en la identificación. Sin embargo, unas cuantas especies de árboles tienen *raíces aéreas* que son útiles en el bosque para su reconocimiento.

Características de la corteza utilizadas en identificación incluyen el color externo e interno; la superficie, la textura – si es suave, áspera o surcada; si es delgada o gruesa; y si hay látex (jugo de color o savia) u olor.

Los troncos de algunas especies tienen la base ensanchada en refuerzos, especialmente en bosques tropicales húmedos.

Es difícil describir las características de la corteza y sus diferencias. Sin embargo, con experiencia en el bosque uno puede reconocer y distinguir varias especies de árboles por la corteza.

EL TALLO

El tallo soporta las ramas y las hojas. El *nudo* es el punto en el tallo donde se insertan una o más hojas. A veces es ensanchado o marcado con un anillo. El *entrenudo* es el espacio en el tallo que se extiende entre dos nudos consecutivos.

La *yema* es un punto corto de crecimiento de un tallo, compuesto de hojas jóvenes o flores y con frecuencia también de algunas escamas. Por lo general, en regiones tropicales no hay escamas. Sin embargo, en regiones templadas con inviernos fríos, hay yemas latentes cubiertas con escamas. Hay dos tipos principales de yemas. La *yema terminal* está en el ápice del tallo o una rama. La *yema lateral* (o yema axilar) está ubicada en la base de una hoja y puede

llegar a ser una rama (Ramas, o tallos laterales, se forman solamente en los nudos y a partir de yemas laterales).

LA HOJA

Un árbol que tiene hojas en todas las estaciones del año es perenne. Si se queda sin hojas durante parte del año, como en la estación seca o fría, un árbol es *deciduo*.

Las *partes de la hoja* son el *limbo* y el *pecíolo*. En algunas especies hay también dos (o una) *estípulas*, o escamas, usualmente deciduas, en la base. También, en algunas especies no hay pecíolo, y se dice que la hoja es sésil. Al caer, la hoja deja una cicatriz en el nudo.

En cuanto al *número de limbos* las hojas son simples o compuestas. La hoja *simple* consiste de un solo limbo. La hoja compuesta está conformada usualmente de varios limbos (dos o más), que se llaman *folíolos*. Los folíolos pueden tener pecíolos o no, pero nunca tienen yemas en la base. Esta característica, la ausencia de yemas en la base, distingue un folíolo de una hoja simple. Las hojas compuestas se dividen en hojas *pinadas* y *digitadas*. Las hojas son *pinadas* cuando los folíolos se insertan a lo largo de un eje común. Si el eje se divide, la hoja puede ser doblemente pinada (*bipinada*) o pinada tres veces (*tripinada*). Los folíolos son alternos en algunas especies y opuestos en otras. Si una hoja pinada termina en un solo folíolo es *imparipinada*. Si tiene folíolos en pares y termina en dos folíolos es *paripinada*. Las hojas son *digitadas* (o palmeadas) cuando los folíolos se insertan juntos en el ápice del pecíolo.

Formas de los Limbos

La forma de los limbos es generalmente característica de una especie y se utiliza en la identificación. Muchos términos se emplean para describir la forma, pero es suficiente mencionar aquí solamente los tipos más comunes. Una hoja *linear* tiene el limbo largo y angosto con márgenes paralelos, por ejemplo, en hierbas o familia de pasto. Una hoja *lanceolada* tiene el limbo en forma de una lanza, muchas veces más largo que ancho, más ancho cerca de la base, y puntiagudo en el ápice (la forma invertida se llama oblancoada). Una hoja *ovada* tiene el limbo oval pero más ancho hacia la base, más o menos como en la forma longitudinal de un huevo (la forma invertida se llama obovada). Una hoja *elíptica* tiene el limbo oval pero más ancho en el medio. Una hoja *oblonga* tiene el limbo muchas veces más largo que ancho y con márgenes

paralelos. Una hoja *circular* (orbicular) tiene el limbo más o menos en un círculo.

Márgenes de los Limbos

El margen o borde del limbo puede ser *entero*, cuando el margen es liso, o derecho o curvo, pero sin dientes o lóbulos; *dentado*, cuando tiene dientes puntiagudos, como en una sierra; o *lobulado*, cuando tiene hendiduras profundas o lóbulos, que son más grandes que los dientes pero no son lo suficientemente profundas para dividir el limbo en limbos separados.

Ápices de los Limbos

El ápice del limbo puede ser: *acuminado*, angostándose gradualmente hacia la punta en la forma de una cuña; *agudo*, con una punta corta; *obtusos*, con una punta obtusa; o *redondeado*, circular o sin punta.

Bases de los Limbos

La base de la hoja puede ser: *aguda*, con una punta corta; *redondeada* o circular y sin punta; o *acorazonada*, con una hendidura profunda como en el corazón.

Nervadura de los Limbos

De acuerdo a la nervadura o red de venas, el limbo puede tener: *nervadura paralela* cuando las venas son paralelas, *nervadura pinada* o *sin nervadura*, cuando hay una sola vena principal o nervadura central con otras venas laterales en los bordes; o *nervadura palmeada*, cuando hay varias venas principales que se originan en la base y se extienden como dedos de la mano.

LA FLOR

Una flor completa consiste de cuatro partes concéntricas, espirales o círculos (verticilo), llamadas el *cáliz*, la *corola*, los *estambres* (el androceo) y el *pistilo*. Sin embargo, algunas flores carecen de una o más de estas partes. El *cáliz* está compuesto de pequeñas hojas modificadas, generalmente verdes, llamadas *sépalos*. La *corola* está compuesta de pequeñas hojas modificadas, generalmente de color, llamadas *pétalos*.

Los *estambres* son los órganos masculinos de la flor y proporcionan el polen, que es el elemento masculino. Un *estambre* consiste de dos partes: el *filamento*, generalmente delgado, y la *antera* o la parte ensanchada en el ápice, compuesta de sacos con granos de polen.

El *pistilo* es el órgano femenino de la flor y está compuesto de una o más hojas pequeñas modificadas llamadas *carpelos*. Los *carpelos* forman el ovario que es el elemento femenino y que se transforma en fruto. El ovario contiene uno o más óvulos que se convierten en semillas. Otras partes del pistilo son: el *estilo*, una pequeña columna encima del ovario que sostiene el estigma; y el *estigma*, la parte más alta, ensanchada del pistilo, que recibe los granos de polen. El estigma puede tener diferentes formas, como redondeado, lobulado o plumoso.

El *receptáculo* es la base ensanchada de la flor donde se insertan las partes florales. El *pedúnculo* es el tallo de la flor. Si hay varias flores juntas, el tallo o pedúnculo secundario de cada una se llama *pedicelo*.

En las diferentes familias hay muchas diferencias en la forma de la flor y en el número, tamaño y arreglo de las partes. Las partes de un círculo o verticilo pueden ser separadas (libres) o unidas en un tubo, o unidas con otras partes. La corola *gamopétala* tiene los pétalos unidos. La corola *regular* tiene pétalos de igual tamaño y en arreglo simétrico. La corola *irregular* tiene pétalos desiguales.

El carpelo puede compararse con una hoja en cuyos bordes se han desarrollado los óvulos. Además, la hoja llega a ser encorvada, hasta que los óvulos están dentro de una cavidad del ovario. El ovario encierra una o varias cavidades pequeñas llamadas *células* o *lóculos*, que contienen los *óvulos*. Un ovario formado de un carpelo tiene necesariamente una sola célula. Un ovario formado por dos o más carpelos tiene una sola célula si los carpelos están unidos por sus bordes. Si los carpelos están doblados hacia el interior, éstos forman tantas cavidades o células como carpelos haya. Según el número de células, el ovario puede ser unilocular, bilocular, trilocular o multilocular.

En cuanto a la posición con respecto a los otros verticilos florales, el ovario puede ser *superior* (libre) o *inferior* (adherido). El *ovario superior* es libre o separado en el medio de la flor y está insertado arriba de los otros verticilos. El *ovario inferior* está unido con otras partes de verticilos que parecen estar insertadas encima.

Polinización es el transporte del polen de la antera al estigma. El grano de polen germina y forma el tubo polínico, que lleva el elemento masculino al óvulo. La fertilización es la unión del núcleo del elemento masculino con el núcleo del elemento femenino en el óvulo, para formar el huevo fertilizado. El huevo fertilizado se divide para formar el embrión y el óvulo

se transforma en semilla. La *semilla* es el óvulo maduro y consiste del embrión con alimento almacenado y uno o más testas.

La *inflorescencia* es el arreglo o disposición de las flores en el tallo. Es *terminal* cuando está en el ápice del tallo, o *lateral* (axilar) cuando está en la base de una hoja, en el lado del tallo.

Hay muchos tipos de inflorescencias, pero sólo se mencionarán algunas de las más comunes. La *inflorescencia solitaria* (o simple) tiene las flores aisladas o una por una, separadas por las hojas.

La *espiga* tiene un eje alargado y flores sin pedicelos. El *racimo* tiene un eje alargado y flores con pedicelos. La *panícula* es un racimo compuesto con el eje ramificado.

La *umbela* tiene flores juntas en el ápice del pedúnculo, terminando en pedicelos de igual longitud que se despliegan (también existe una umbela compuesta). La *cabezuela* tiene el ápice del eje ensanchado como un disco y las flores sin pedicelos. La *cima* es una inflorescencia definida o determinada, con el eje principal terminando en la primera flor, y debajo surgen otros ejes secundarios con flores.

EL FRUTO

El *fruto* se desarrolla del ovario maduro, contiene las semillas y a veces sostiene otras partes de la flor que persisten. Un *fruto simple* viene de un solo pistilo. Un *fruto agregado* se desarrolla de varios pistilos de una sola flor (anona, fresa, etc.). Un *fruto múltiple* contiene varias flores unidas (higo, piña, etc.).

Los frutos simples se clasifican como *secos* y *carposos* (jugosos); los frutos secos son *indehiscentes*, si no se abren para soltar las semillas, o *dehiscentes*, si se abren.

Hay muchos tipos de frutos simples. El *aquenio* es un fruto seco indehiscente con una sola semilla que no se adhiere a la pared del fruto. La *nuez* es un fruto seco indehiscente con una sola semilla y con la pared del fruto gruesa, dura y leñosa. La *vaina* (leguminosa) es un fruto seco dehiscente de un carpelo que se abre en dos líneas, mientras que un *folículo* se abre en una línea. La *cápsula* es un fruto seco dehiscente de dos o más células que se abre en tantas líneas como células haya.

La *baya* es un fruto carposo indehiscente con muchas semillas. La *drupa* es un fruto carposo indehiscente, generalmente de un carpelo (o más) y con una sola semilla (o más) encerradas en un pared dura.

LA DISTRIBUCIÓN DE ÁRBOLES

La distribución de árboles incluye el área geográfica donde se dan, la zona climática, el tipo forestal y la altitud o elevación sobre el nivel del mar.

En el estudio de geografía de las plantas hay dos tipos de distribución geográfica, aquella de la flora y la de la vegetación. La *flora* de una región es una lista de las especies de plantas. Las unidades de la flora son las especies, géneros, etc. La *vegetación* de una región es la apariencia o la fisonomía de las plantas, o la forma de crecimiento o hábito de las especies más comunes. Las unidades de vegetación son las comunidades de plantas, como formaciones, asociaciones y tipos forestales.

Por ejemplo, supongamos que dos áreas tienen solamente dos especies de plantas: una especie de árbol y una especie de pasto. En una hay un solo ejemplo de un árbol y muchos individuos de pastos – es una tierra de pastoreo. En la otra hay muchos árboles y pocas plantas de pasto – es un bosque. Ambas áreas tienen la *misma flora* o lista de especies pero tienen *diferente vegetación*. Una es una tierra de pastoreo y la otra es un bosque.

Por lo tanto, la distribución de los árboles de una región puede estudiarse ya sea desde el punto de vista de la flora o del área de distribución geográfica de cada especie. Pueden hacerse mapas de distribución de cada especie de árbol. O, desde el punto de vista de la vegetación, se pueden estudiar los tipos de vegetación con relación al clima. Pueden hacerse *mapas de tipos de vegetación*, como bosques, tierras de pastoreo, etc. En la dendrología se estudian ambos tipos de distribución geográfica de las plantas. Así, es posible preparar mapas de la distribución de especies individuales de árboles al igual que de los tipos forestales.

Muchas especies de árboles de América tropical no son lo suficientemente conocidas para recopilar mapas de su distribución geográfica o para analizar el origen, migraciones y distribución. Algunas especies tienen un área de distribución amplia, mientras que otras son raras y locales.

Por ejemplo, algunas especies de árboles tienen una amplia distribución en América tropical, desde México, y Centroamérica hasta Brasil. Aquellas de las orillas del mar, como mangles, tienen un área de distribución amplia hasta Florida en el sureste de los Estados Unidos. Otros árboles están limitados a montañas altas, y aún otras a llanuras o a desiertos, etc. Pocos son locales o endémicos. Un trabajo para el futuro es preparar mapas de distribución más detallados.

El estudio de la vegetación y distribución de los tipos de vegetación con frecuencia se incluye en una subdivisión de la biología conocida como ecología. Mucho del material a continuación tratado bajo ecología, podría igualmente bien considerarse como silvicultura o dendrología.

ECOLOGÍA

El nombre ecología (originalmente escrito oecología) se utilizó por primera vez en 1869 por el zoólogo alemán E. Haeckel. Es derivada de dos raíces griegas que significan hogar y tratado o estudio, o literalmente, el estudio de hogares. *Ecología* se define como el estudio de organismos en relación a su ambiente. Las opiniones difieren en cuanto a si la ecología realmente es una materia que es una rama de la biología o si es solamente un punto de vista para estudiar biología. Así, la ecología podría ser biología con énfasis en los entornos de los animales y plantas.

Con frecuencia, la ecología se subdivide en autecología y sinecología. El primer prefijo es una raíz griega que significa mismo, mientras que el segundo significa juntos. *Autecología* es la ecología del individuo, o el estudio de un organismo individual o especie en relación a su ambiente. Por algunos autores, la autecología se considera como fisiología – por ejemplo, un estudio de una sola especie de árboles en relación a sus alrededores. En contraste, la *sinecología* es la ecología del grupo, o el estudio de grupos de organismos o comunidades, en relación a su ambiente.

Puesto que la materia o el punto de vista de la ecología es tan amplio que abarca biología, la ecología usualmente se divide en *ecología animal*, que trata de animales en relación con su ambiente, y *ecología vegetal*, que trata de plantas en relación con su ambiente. Por algunos autores, la ecología vegetal se limita a la sinecología, el estudio de comunidades de plantas o vegetación.

La ecología vegetal fue establecida por el botánico danés E. Warming (1895) en su libro clásico *Ecología de las Plantas*, publicado primero en danés. Otra referencia inicial importante fue la *Geografía de las Plantas con Base Fisiológica*, por el botánico alemán A. F. W. Schimper (1898).

El *ambiente*, o los alrededores, incluye todo lo que puede afectar a un organismo o grupo de organismos de cualquier manera. En la ecología vegetal, una clasificación divide el ambiente en factores, o factores ambientales, como son: (1) *factores climáticos*, o clima, que incluye temperatura, precipitación y otros elementos ampliamente

distribuidos principalmente de la atmósfera; (2) *factores fisiográficos o edáficos*, como topografía y suelo; (3) *factores bióticos*, u otros organismos. Debido a que el hombre moderno ha tenido una influencia tan profunda, principalmente destructiva, en otros organismos, al hombre con frecuencia se le separa del tercer grupo como un cuarto grupo de factores llamados *factores antropogénicos*. Como el fuego el cual se ha dispersado ampliamente y han tenido efectos graves en la vegetación, con frecuencia se enumera como un quinto grupo, conocido como *factores píricos*.

Uno de los principios de la ecología con frecuencia se llama *equilibrio de la vida*, o *red de vida*. Esto significa que los organismos que viven juntos en un grupo o comunidad son más o menos equilibrados, o en equilibrio, vinculados por sus necesidades mutuas de alimento para energía, cuya fuente original es el sol. Las actividades dentro del grupo, y particularmente el número de individuos, están en equilibrio con el abastecimiento disponible de energía. Una simple relación de varios tipos de organismos, cada uno dependiendo de la abundancia de otro para su alimento, se llama *cadena alimenticia*. Por ejemplo, en una laguna, las algas verdes o espuma de la charca elaboran alimentos con la energía recibida del sol y son consumidas por animales microscópicos. A su vez, éstos son consumidos por animales acuáticos menos diminutos que son consumidos luego por peces pequeños. Estos últimos son consumidos por peces más grandes, que son presas de pájaros, mamíferos y el hombre. La relación de alimentos es generalmente más compleja, con ramificaciones, y es más bien una red que una cadena.

Adaptación, o el ajuste de organismos a su ambiente, es otro principio de la ecología. Cada especie encaja en un conjunto de condiciones externas, a veces dentro de límites muy estrechos, donde está en equilibrio o en balance.

Un principio importante de la ecología es el de *cambio*, también conocido como *punto de vista dinámico*. Todo el universo, o más bien, todos los universos alrededor de nosotros, desde las galaxias gigantescas de estrellas hasta las partículas diminutas dentro de un átomo, están cambiando o en movimiento todo el tiempo. Específicamente, el clima de una región está cambiando lentamente y el suelo está cambiando. Por lo tanto, la vegetación que depende de factores climáticos y de suelo, está cambiando lentamente en un lugar particular también.

CLASIFICACIÓN BASADA EN RELACIONES HÍDRICAS

Las especies de árboles, al igual que otras plantas, y también vegetación, pueden clasificarse en base a relaciones hídricas o distribución basada en la precipitación o agua. Hay tres o más grupos principales: una *hidrófita* es una planta de lugares húmedos con suficiente agua, como una que crece en las orillas de ríos; una *xerófita* es una planta de lugares secos con muy poca agua, como en los desiertos; una *mesófita* es una planta de lugares con cantidades promedio de agua, como bosques ni muy húmedos ni muy secos – la mayoría de los árboles y la mayoría de las otras plantas pertenecen a éste.

Una *tropófita*, literalmente una planta de cambio, es una planta que crece en condiciones que cambian pronunciadamente durante el año, como plantas de lugares donde la cantidad de agua cambia durante el año de mucha a poca en estaciones de húmedas a secas; por ejemplo, un árbol deciduo en una sabana tropical. El término *tropófita* también se aplica a zonas templadas, donde la temperatura cambia durante el año, a un árbol que es deciduo en la estación fría o invierno.

Una *halófita* es una planta de lugares con concentraciones de sal, como orillas de mar y desiertos; por ejemplo, los mangles.

También se utilizan los adjetivos hidrófilos, xerófilos, mesófilos, tropófilos y halófilos para vegetación. Sin embargo, este sufijo griego significa aficionado y sugiere teleología, una idea antigua de que hay una causa o razón para todo. Los árboles no tienen inteligencia y no les puede gustar el agua. Generalmente, en biología, y particularmente en ecología, uno debe tener cuidado de no buscar un objetivo fundamental para cada adaptación o estructura peculiar.

COMUNIDADES DE PLANTAS

En la vegetación, las plantas se arreglan en grupos o comunidades. Cualquier grupo de plantas en un lugar o hábitat común puede llamarse *comunidad de plantas*. Este término no tiene limitaciones en tamaño.

Una *formación de plantas* es una comunidad de plantas del más alto orden, caracterizada por una apariencia o fisonomía determinada y compuesta de plantas con una forma de crecimiento determinada; por ejemplo, el bosque tropical lluvioso o el páramo.

La formación está compuesta de unidades más pequeñas, las asociaciones. Una *asociación de plantas* es una división de una formación con una determinada composición florística y con ciertas especies dominantes. Los tipos forestales de los silvicultores corresponden a las asociaciones de plantas de los ecólogos; por ejemplo, un bosque de *Podocarpus*. Algunas asociaciones están limitadas en extensión por factores climáticos y otros, las asociaciones edáficas, por factores del suelo.

Las comunidades de plantas están cambiando constantemente, aunque a veces muy lentamente. Cambios grandes en la composición de una comunidad siguen cambios en el ambiente, que a su vez, pueden ser ocasionados por los organismos que viven allí. El término *sucesión* o *sucesión vegetal* se da a los cambios en las comunidades de plantas, uno siguiendo al otro, en el mismo lugar. La sucesión lleva a la *asociación climax*, que es la comunidad más alta, más compleja y más cercana a la estabilidad que existe en el clima de esa área. Donde la vegetación más alta de la sucesión está limitada por factores edáficos más bien que por el clima, la asociación climax, como en un tipo particular de suelo, se llama *climax edáfico*. El bosque manglar es un ejemplo.

Las sucesiones vegetales son de dos clases principales: primaria y secundaria. Una *sucesión primaria* comienza en un área desnuda previamente sin vegetación, como una isla nueva, un volcán nuevo o un área de derrumbe. Una *sucesión xerica* o *xerosere*, es una que comienza con un hábitat seco, desnudo y que lleva a un climax. Una *sucesión hidrosere* comienza con un hábitat húmedo y continúa a un climax. El climax tiene más bien condiciones de humedad media que extrema. Bosques vírgenes representan climax o etapas normales de desarrollo.

Una *sucesión secundaria* es aquella que sigue a una alteración en la sucesión primaria normal; por ejemplo, después del cultivo, corte de los bosques, incendio, pastoreo excesivo o daño ocasionado por el viento. En regiones densamente pobladas la mayor parte de la vegetación ha sido alterada por las actividades del hombre. Quedan pocas áreas de bosque virgen y los bosques son mayormente secundarios. Finalmente, la sucesión secundaria lleva al mismo climax que la sucesión primaria, pero la velocidad depende del grado de alteración o disturbio. Si es grande, como cuando el suelo formado durante miles de años se desgasta, el restablecimiento es muy lento.

GRUPOS DE FORMACIONES DE PLANTAS DEL MUNDO

Las formaciones de plantas del mundo pueden integrarse en cuatro o cinco grupos grandes:

1. *Bosques*, caracterizados por árboles
2. *Tierras de pastoreo*, caracterizadas por pastos
3. *Desiertos*, caracterizados por arbustos, árboles espinosos, cactáceas, etc., y por la escasez de agua
4. *Tundras*, caracterizadas por líquenes, musgos, etc., y por temperaturas muy bajas
5. *Océanos*, caracterizados por algas marinas.

Algunos botánicos ponen las montañas en un grupo distinto, pero tienen una mezcla de los grupos de formación.

La vegetación es un resultado del clima de una región y también del suelo y otros factores, como las plantas y animales, los hombres e incendios. Así, las formaciones vegetales son indicadores del clima. Un mapa de la vegetación sirve igualmente para mostrar el clima.

Hay algunos estudios sobre la vegetación del mundo que intentan clasificarla basándose en la temperatura y precipitación. Una buena clasificación de los climas del mundo es aquella de C. Warren Thornthwaite (1933). Su mapa es útil también para las formaciones vegetales del mundo. Otro sistema de clasificación de las formaciones vegetales del mundo fue propuesto por L. R. Holdridge (1946).

EL CLIMA DE LOS BOSQUES

En dendrología, estamos particularmente interesados en los bosques. El clima de los bosques se caracteriza por cuatro elementos esenciales: (1) una estación vegetativa suficientemente larga; (2) una estación vegetativa suficientemente *cálida*; (3) suficiente *agua todo el año* o suelo y subsuelo ambos húmedos; y (4) inviernos húmedos (en zonas templadas). No es importante para los bosques (1) cuándo cae la lluvia o si es en la temporada de cultivo o no; (2) si la precipitación es uniforme en su distribución o no; y (3) dónde se origina el agua del suelo, si viene de la lluvia o de ríos o de fuentes subterráneas. Son dañinos o perjudiciales para el bosque (1) inviernos secos y con fuertes vientos (en las zonas templadas) y (2) una temporada de cultivo corta.

VEGETACIÓN DE AMÉRICA LATINA

Entre las clasificaciones de la vegetación de América tropical se pueden mencionar los artículos ilustrados de A. C. Smith y I. M. Johnston (1945) y de J. S. Beard (1944).

El esquema general de clasificación utilizado por Smith y Johnston (1945) es como se describe a continuación:

- I. Bosques o regiones arboladas
 1. Bosque tropical y subtropical lluvioso
 2. Bosque decíduo tropical
 3. Bosque del Sur del Brasil y zona de sabana
 4. Bosque de palmeras
 5. Bosque de haya subantártico
 6. Bosque de espino
- II. Tierras de pastoreo y sabanas
 1. Regiones de sabanas
 - a. Sabanas verdaderas
 - b. Sabanas uruguayas
 - c. "Cargo"
 2. Llanura de las pampas
- III. Desiertos o regiones de semidesiertos
 1. Desiertos costeros del Pacífico de América del Sur
 2. Estepa de Patagonia – Tierra del Fuego
 3. Matorrales del desierto
 4. Vegetación de transición del centro de Chile
 5. Chaparral Californiano
- IV. Zona de montaña
 1. México, Centroamérica y Antillas Mayores
 2. Andes del Norte
 3. Andes del Sur
- V. Zona marítima o litoral

El resumen de Beard (1944) de formaciones de vegetación clímax en América tropical, agrupadas en cinco series de formación, en inglés y en español, está enumerado a continuación. La primera, bosque tropical es una formación que no se divide en series.

INGLÉS	ESPAÑOL
1. Rain forest	Selva pluvial
2. Seasonal Formations	Formaciones estacionales
Evergreen seasonal forest	Selva veranera perennifolia
Semievergreen seasonal forest	Selva veranera semidecídua
Semideciduous seasonal forest	Selva veranera semidecídua
Deciduous seasonal forest	Selva veranera decídua
Thorn woodland	Espinar
Cactus scrub	Cardonal
Desert	Desierto
3. Dry Evergreen Formations	Formaciones secas perennifolias
Xerophytic rain forest	Selva pluvial xerófitica
Littoral woodland	Bosque de playa
4. Montane Formations	Formaciones de montaña
Lower montane rain forest	Selva pluvial intermedia
Montane rain forest	Selva nublada
Palm brake	Matorral de palmeras, Manecal
Elfin woodland	Bosque enano
Frost woodland	Bosque de helada
Mountain pine forest	Pinar de montaña
Bamboo brake	Bamboal
Paramo	Páramo
Tundra	Tundra
5. Swamp Formation	Formaciones de pantano
Swamp forest	Selva de pantano
Palm swamp	Pantano de palmeras
Herbaceous swamp	Pantano herbáceo
Mangrove woodland	Manglar
6. Marsh or Seasonal Swamp Formations	Formaciones de lodazal o de pantano estacional
Marsh forest	Selva de lodazal
Marsh woodland	Bosque de lodazal
Palm marsh	Lodazal con palmeras, Morichal
Savanna	Sabana