

# Guía de Botánica (Teoría)



Elaborada por:

Prof.: Giovannina Orsini Velásquez  
Herbario "Victor Manuel Ovalles" (MYF)  
Febrero 2014

## Objetivos generales:

1. Desarrollar destrezas para describir una planta usando la terminología apropiada.
2. Diferenciar los grupos que conforman el reino vegetal.
3. Reconocer la constitución de los nombres científicos y el lenguaje asociado a la botánica.

## Objetivos específicos:

- ♣ Reconocer los diferentes grupos del reino vegetal.
- ♣ Reconocer distintos tipos de hojas e identificar cada una de sus partes.
- ♣ Reconocer distintos tipos de flores e identificar cada una de sus partes.
- ♣ Identificar algunos tipos de inflorescencias y sus partes asociadas.
- ♣ Reconocer los principales tipos de frutos y semillas.
- ♣ Comprender los procesos de polinización y dispersión de semillas.
- ♣ Aprender a preparar una muestra botánica.
- ♣ Aprender a realizar descripciones botánicas completas.
- ♣ Familiarizarse con el uso de términos derivados del latín o griego, los nombres científicos y la literatura especializada.
- ♣ Identificar las bases metodológicas para el estudio de la Etnobotánica y sus alcances.
- ♣ Conocer el funcionamiento general de un herbario.

## Generalidades taxonómicas

➤ La mayoría de los textos de botánica comienzan explicando que la historia de la clasificación se remonta a los orígenes del hombre. Ciertamente desde que nacemos comenzamos a separar objetos por conveniencia y a preguntar sus nombres para poder comunicarnos. Esas son las bases de la taxonomía y la nomenclatura. Para comprender mejor nuestro entorno, es preciso elaborar un sistema de clasificación o familiarizarse con los existentes.

El término **clasificación** es usado de dos maneras: como proceso, se refiere a la formación de grupos dentro de un sistema determinado y, como producto del proceso, al sistema de clasificación en sí. Implica orden y semejanzas y el resultado depende del método o el criterio del investigador.

Las plantas conocidas ya están clasificadas, es decir, están incorporadas a un sistema de clasificación con una jerarquía particular. Sólo se podrá clasificar una especie o taxon que sea nuevo para la ciencia o reordenar los ya existentes sobre la base de avances tecnológicos.

A diferencia de lo anterior, si se pretende reconocer una especie dada y saber su nombre, entonces se habla de **identificación** o **determinación**. Suele emplearse mal el término **clasificación** para esta acción. La identificación implica comparación y ubicación dentro de un esquema pre-establecido.

Existen numerosos sistemas de clasificación que han evolucionado en función de los avances tecnológicos y la cantidad de datos utilizados para elaborarlos; en este sentido siempre es conveniente reconocer el sistema con el que se va a trabajar. Se espera que los sistemas de clasificación sean fáciles de usar, estables y que tengan un valor predictivo; en este sentido, deben ser útiles no sólo a los taxónomos sino a otros científicos y al público en general.

➤ Se denomina **categoría taxonómica** a cada uno de los grupos de un mismo nivel jerárquico en un sistema de clasificación. Los nombres de algunas deben llevar un sufijo que indique su nivel jerárquico. Una **jerarquía** es una sucesión de entidades en las que la superior engloba a la o las inferiores.

Las categorías superiores son menos (p. ej. Reinos, 6) que las inferiores (p. ej. Familias, ~400) pero agrupan un mayor número de individuos. Inversamente, hay mayor cantidad de caracteres

(características) en común en las categorías inferiores, mientras los miembros de las categorías superiores comparten pocos caracteres.

Las categorías más usadas son: Reino, División, Clase, Orden, **Familia, Género y Especie**; también existen categorías intermedias y categorías infraespecíficas, pero en este curso se trabajará fundamentalmente con las tres inferiores.

### **A. Reino, División y Clase**

El **reino**, en historia natural, es cada uno de los grandes grupos en los que se dividen los seres vivos; en un principio eran sólo dos: animal y vegetal, pero recientemente se habla de cinco: monera, protista, fungi, animalia y plantae.

Dentro del reino vegetal o plantae en sentido estricto pueden encontrarse tres **divisiones**: Pinophyta (coníferas), Magnoliophyta (plantas con flores), y Pteridophyta (helechos).

Las **clases** de la División Magnoliophyta tradicionalmente han sido: Magnoliopsida (dicotiledóneas) y Liliopsida (monocotiledóneas), pero esta clasificación está en proceso de cambio por los avances en biología molecular.

### **B. Orden, Familia y Género**

El **orden** agrupa a las familias y debe llevar el sufijo -ales (Poales, Lamiales, Asterales).

La definición de **familia** en el contexto taxonómico tiene semejanzas con el concepto humano; los miembros de una familia comparten caracteres y comportamiento. Si un miembro de una familia presenta compuestos tóxicos, se puede esperar que cualquier otro miembro de la familia también los tenga. Nomenclaturalmente debe estar formado por el nombre de un género y la terminación -aceae (Rosaceae, Malvaceae), **salvo ocho excepciones que se mencionan más adelante**.

Las familias están compuestas por **géneros** cuyos nombres son arbitrarios; deben ser escritos en cursiva y con su primera letra en mayúscula.

### **C. Especie**

La unidad fundamental de la clasificación es la **especie**. Existen diversos conceptos asociados a este nombre, pero fundamentalmente se refiere al conjunto de individuos que puedan entrecruzarse y generar descendencia fértil. Los límites pueden ser difíciles de definir (**ver más adelante para detalles nomenclaturales**).

### **D. Categorías infraespecíficas**

Una especie puede tener distintos morfotipos, por lo cual puede ser subdividida en categorías infraespecíficas. Estas divisiones dependen del criterio del investigador y cuán profundo haya sido estudiado el grupo.

La categoría de **subespecie** (subsp. o ssp.) suele estar asociada a poblaciones separadas geográficamente. Eventualmente pueden originar especies nuevas.

La categoría de **variedad** (var.) se fundamenta en algunos caracteres secundarios pero permanentes, pudiendo coexistir en la misma región geográfica.

La **forma** (fma. o f.) se fundamenta en un sólo carácter distintivo, lo cual reduce su valor taxonómico.

### E. Categorías intermedias

Dada la naturaleza continua de las características de los individuos, es frecuente asignar categorías intermedias a cualquier grupo. Estas son las más frecuentes, con su respectiva terminación en caso de requerirse:

- Subdivisión (-phytina), Ej. Tracheophytina.
- Subclase (-idae), Ej. Asteridae.
- Suborden (-ineae), Ej. Lamiineae.
- Subfamilia (-oideae), Ej. Lamiioideae.
- Subgénero, Sección (géneros o epítetos, sin terminación específica)
- Tribu (-eae), Ej. Mentheae.
- Subtribu (-inae), Ej. Hyptidinae.

➤ El nombre científico de una especie está compuesto principalmente por dos palabras (binomio): el **género**, que lo conecta con una familia en particular, y un **epíteto específico** que debe estar escrito en cursiva y en minúscula y representa una característica de dicha especie. Erróneamente se le suele decir *especie* al *epíteto específico*.

El epíteto específico es un adjetivo que puede indicar: procedencia u origen (p.ej.: *mexicana*, *caracasana*, *meridensis*, *venezuelana*), color (p.ej.: *alba*, *coccinea*, *rubescens*, etc.), alguna peculiaridad de alguno de los órganos (*pubescens*, *glabra*, *crepitans*, *spicata*, etc.), utilidad (*officinalis*, *pectoralis*, etc.), o puede dedicarse a la persona que realizó la colección botánica o que tuvo alguna importancia para quien coloca el nombre a la especie por primera vez (*tillettii*, *tillettiana*, *humboldtiana*, *steyermarkii*, *manarae*, etc.).

Los primeros nombres científicos de plantas estaban compuestos por una larga oración descriptiva de la planta, lo cual resultó muy poco práctico. El sistema de **nomenclatura binomial** de Linneo, ya explicado, fue un éxito rotundo que se extiende desde 1753 hasta nuestros días, aunque su sistema de clasificación sexual no tuvo ni remotamente el mismo éxito.

El lenguaje escogido para los nombres científicos es el latín, principalmente por ser una lengua muerta y por haber sido la lengua de los estudiosos de Europa. El resto de los idiomas está en constante evolución. De igual manera se evitaría la difícil tarea de escoger un idioma vivo, pues bien podría ser aquel con más incidencia internacional (inglés) o aquel usado por mayor número de personas (chino).

La designación de los nombres científicos debe seguir una serie de normas reguladas por el Código Internacional de Nomenclatura, el cual es actualizado cada cuatro años en congresos internacionales. El nombre de la especie suele ir acompañado de la abreviatura del apellido del autor, o persona que colocó el nombre; estas abreviaturas también están estandarizadas. Luego de los autores puede o no haber

indicación de categorías por debajo del nivel de especie tales como subespecie (subsp.), variedad (var.), forma (fma.) o cultivar (cv.), en consecuencia, adicionalmente al binomio, un nombre científico puede tener tantos más epítetos como categorías infraespecíficas incluya, por ejemplo: *Randia formosa* subsp. *elegans* var. *alba* fma. *pellucida*.

Algunas abreviaturas de autores pueden aparecer entre paréntesis, lo cual indica que la especie ha cambiado de nombre o ha sido asignada a otra categoría. Mantener el nombre de los autores anteriores permite conocer la historia de dichos nombres y en consecuencia ubicar las descripciones originales de la planta en cuestión. Cada nombre de planta está asociado a una única colección de herbario denominada TIPO.

### **F. Autoría**

Todo nombre es responsabilidad de uno o más creadores y esto debe ser incluido en la composición del nombre, al final del binomio. Es una manera de acceder a la historia del nombre, puesto que cada autor publicó en una fecha y obra determinados.

Debido a la gran cantidad de personas involucradas en este proceso, debe consultarse el registro de las abreviaturas de los autores de nombres (Brummit & Powell 1992, disponible en [www.ipni.org](http://www.ipni.org)).

Existen algunas partículas que se incluyen entre los apellidos de los autores, cada una con un significado particular.

#### **1. et**

Si dos personas contribuyen a la creación del nombre se coloca entre sus apellidos la partícula **et** o **&**, si son más de dos, se coloca el primer autor y las partículas **et al.** que significan "y colaboradores".

Este conjunto debe permanecer unido incluso cuando hay cambios de rangos o nuevas combinaciones, por ejemplo: Bentham & Hooker, Ruiz et Pavón, etc.

#### **2. ex**

Cuando una persona propone un nombre, pero es efectivamente publicado por otro, se usará la partícula **ex** que significa "descrita por".

En caso de requerirse abreviar el nombre, puede excluirse el nombre del autor que propuso el nombre en un principio, es decir, Willd. ex DC. puede escribirse como DC.

#### **3. in**

La partícula **in** se utiliza cuando la descripción del nuevo taxon es hecha dentro de otra obra. En este caso, el autor más importante es el primero.

Por ejemplo:

*Anacardium giganteum* Hancock ex Engler in Martius puede ser resumido como *Anacardium giganteum* Engler, pues el nombre fue propuesto por Hancock, pero publicado efectivamente en la Flora Brasiliensis de Martius por Engler.

La categoría taxonómica que engloba géneros relacionados es la familia. Por leyes de nomenclatura el nombre de la familia debe ser el nombre de un género (puede ser el más representativo del grupo), más la terminación *-aceae* (en latín, “de las”); sin embargo, existen ocho familias de amplia distribución y utilidad a nivel mundial que tienen un nombre conservado que no cumple estas normas y un nombre alternativo o legal que sí las cumple.

Estas familias se conocen indistintamente por sus dos nombres:

Alternativo o legal	Conservado
Apiaceae	Umbelliferae
Arecaceae	Palmae
Asteraceae	Compositae
Brassicaceae	Cruciferae

Alternativo o legal	Conservado
Clusiaceae	Guttiferae
Fabaceae	Leguminosae
Lamiaceae	Labiatae
Poaceae	Gramineae

➤ Sobre los nombres comunes.

Uno de los fundamentos de la nomenclatura botánica es que cada planta debe tener un único nombre correcto. De la misma manera, cada unidad taxonómica debe tener un nombre asociado para poder referirse a tal entidad universalmente. Los nombres comunes, vernáculos o locales tienen importancia histórica y accesoria para el conocimiento general de cada entidad; sin embargo, no pueden ser usados como únicos y universales, por las siguientes razones:

- Son aplicables sólo en su propio idioma, lenguaje o dialecto, no universalmente.
- No todas las plantas tienen asociado un nombre común.
- Los nombres comunes son aplicados indiscriminadamente a géneros, especies o variedades.
- Dos plantas no relacionadas pueden tener el mismo nombre común y una sola planta puede ser conocida por muchos nombres comunes.

Se puede complementar con:

Izco *et al.* 2004. **Botánica**. 2da edición. McGraw-Hill Internacional. Capítulos 1 y 2. Disponible en la Biblioteca de la Facultad de Farmacia.

[http://es.wikipedia.org/wiki/Nomenclatura\\_binomial](http://es.wikipedia.org/wiki/Nomenclatura_binomial) (si, wikipedia! a veces sirve)

## El reino vegetal

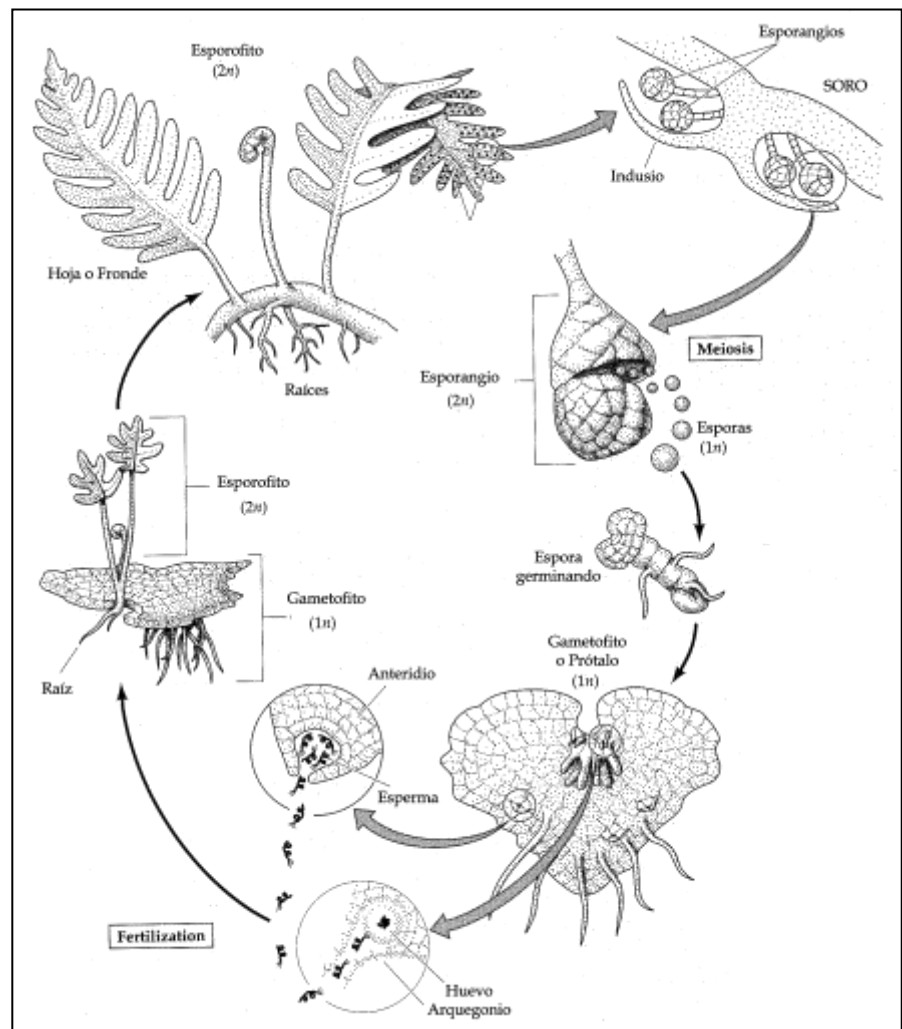
La clasificación actual de los organismos vivos involucra tres o cuatro reinos para lo que tradicionalmente se ha considerado como plantas: el reino *protista* (ahora dividido en protozoa y chromista) que incluye a las algas, el reino *fungi* que incluye a los hongos y el reino *plantae* que se refiere a las plantas en sentido estricto.

Existen múltiples sistemas de clasificación para las plantas, pero tradicionalmente se ha aceptado la separación en **plantas vasculares** y **no vasculares**, dependiendo del desarrollo de sus sistemas de conducción de nutrientes.

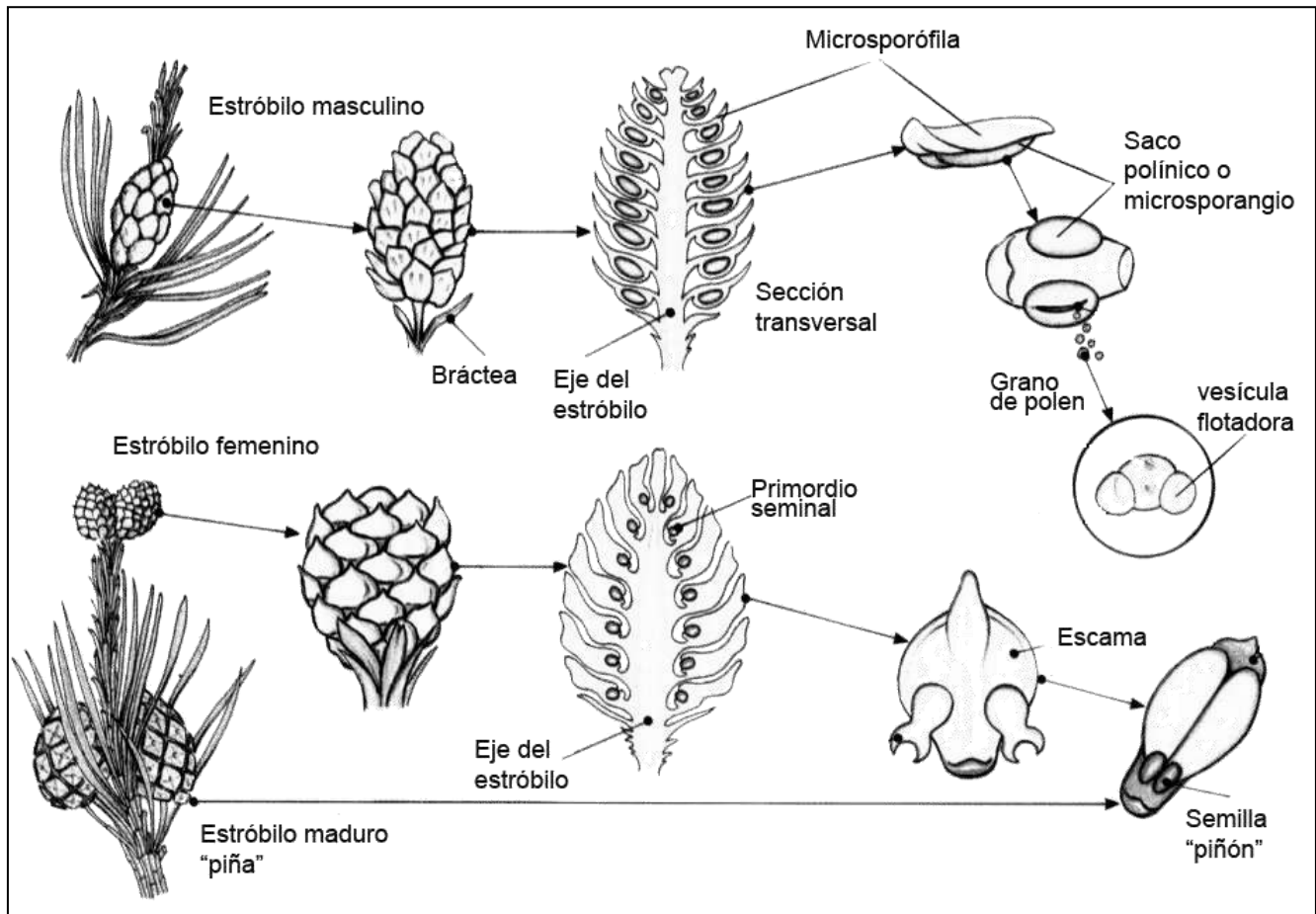
Las plantas vasculares son aquellas que tienen en su interior un tejido especializado para la conducción de nutrientes y agua. Estas a su vez se pueden dividir en pteridofitas y espermatofitas.

### Plantas vasculares

Las **pteridofitas** o helechos son plantas vasculares que no producen flor, ni fruto ni semilla en ningún momento de su desarrollo. Presentan prefoliación circinada, es decir, las hojas jóvenes surgen enrolladas. Su mecanismo de reproducción más evidente es por esporas agrupadas en esporangios en la parte abaxial de sus hojas. Son generalmente herbáceas aunque pueden encontrarse representantes arbóreos.



Dentro de las espermatofitas o plantas productoras de semillas se encuentran las **gimnospermas**, coníferas o pinos que desarrollan flores unisexuales rudimentarias que pueden estar o no agrupadas en estróbilos. Pueden tener hojas aciculares, escamosas o rara vez laminares. Sus semillas no están protegidas por un fruto. Son plantas típicas de zonas templadas.



Modificado de <http://biologia1bch.blogspot.com/2011/03/pino-salgareno-pinus-nigra.html>

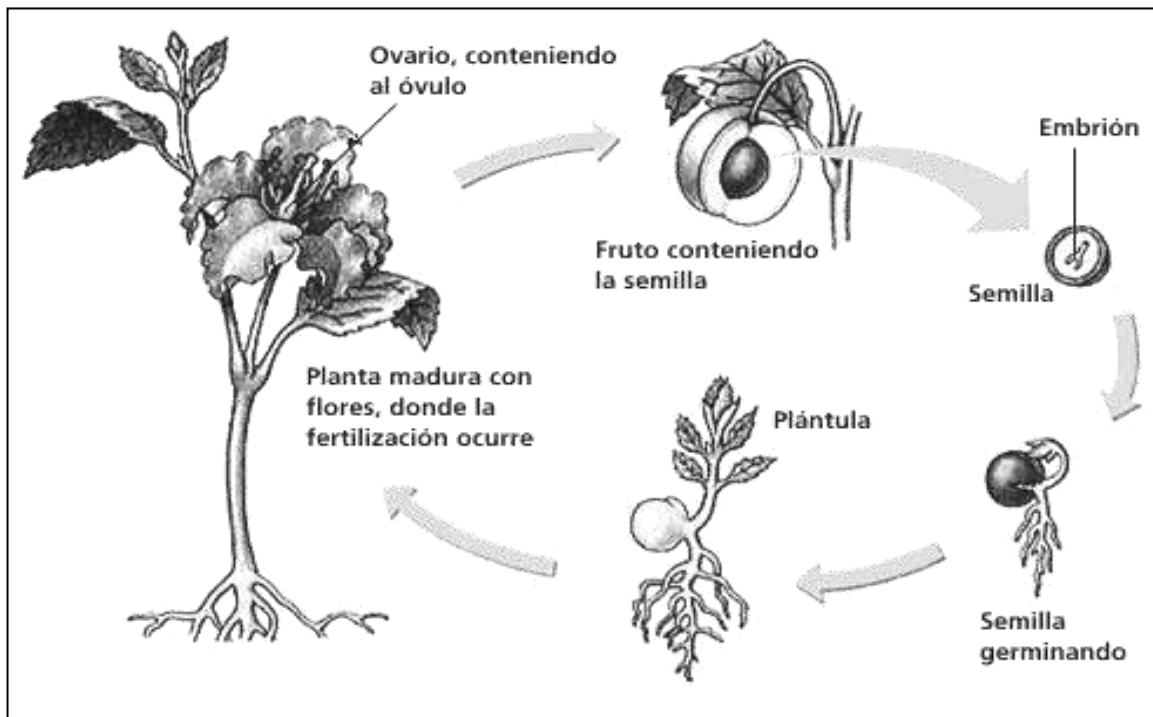
Finalmente, el grupo más diverso y numeroso es el de las **angiospermas** o plantas con flores, en las cuales las semillas están protegidas por un fruto; son las plantas más abundantes sobre la tierra y las más diversas en todos los aspectos. Esta parte de la materia está enfocada a la descripción de miembros de este grupo de plantas.

Tradicionalmente, para su estudio, se han dividido en dos grupos: Monocotiledóneas y Dicotiledóneas. En los sistemas de clasificación actuales, aún en proceso de cambio, se habla de Angiospermas basales, Magnólidas, Monocotiledóneas y Eudicotiledóneas.



Las **monocotiledóneas** son plantas de porte blando, y no producen madera. Sus hojas son generalmente alargadas. La característica más resaltante es que sus flores son trímeras (tienen sus partes en múltiplos de 3). Dentro de este grupo se encuentran las orquídeas, bromelias, palmas, gramíneas (cereales), agaves (sisal, sábila), ajo, cebolla, etc.

Las **eudicotiledóneas** son plantas extremadamente diversas. La característica más resaltante, en contraste con las monocotiledóneas, es que sus flores son tetrámeras o pentámeras



[http://www.uc.cl/sw\\_educ/biologia/bio100/html/portadaMIval10.2.1.html](http://www.uc.cl/sw_educ/biologia/bio100/html/portadaMIval10.2.1.html)

### Plantas no vasculares

En el grupo de las plantas no vasculares, inferiores o criptógamas, quedan incluidas las algas, los hongos y los líquenes. Existe un grupo intermedio que presenta rudimentos de tejidos vasculares y estructuras similares a órganos, pero aún dependen del agua para su reproducción. Estas son las **briofitas** o musgos.

Los **hongos** son organismos productores de esporas, heterótrofos, típicamente filamentosos, pudiendo crear estructuras reproductivas de formas muy variadas.

Las **algas** son organismos acuáticos, fotosintéticos, talosos (cuerpo no diferenciado en órganos) que se

suelen separar por sus pigmentos en verdes, pardas y rojas; esto está relacionado con la profundidad a la que habitan y a la difracción de la luz solar.

Los **líquenes** son organismos originados por asociación simbiótica entre un alga y un hongo. Pueden ser costrosos, talosos o foliosos y suelen crear el suelo apropiado para que otras especies se desarrollen. Debido a su sensibilidad al ambiente se utilizan como indicadores de contaminación y también como marcadores geográficos pues suelen orientarse hacia el norte.

## Morfología vegetativa

La **morfología** es la disciplina que se encarga del estudio de la forma. Generalmente abarca el aspecto externo visible a simple vista o con microscopio estereoscópico (lupa). La forma interna suele conocerse como **anatomía** o morfología interna y la descripción de la forma de los diversos órganos vegetales se conoce como **organografía**.

Una planta vascular típica está conformada por una raíz y un vástago. El vástago está conformado a su vez por tallo y hojas.

En helechos es frecuente la presencia de rizomas, que son tallos subterráneos o paralelos a la superficie, frecuentemente cubiertos de pelos y de los cuales emergen las hojas que son llamadas frondes, debido a su doble función fotosintética y reproductiva.

En gimnospermas es frecuente la separación de dos tipos de ramas, los macroblastos que salen lateralmente del eje principal y los braquiblastos o ramas cortas ubicadas en los macroblastos. Las hojas de las gimnospermas suelen estar reducidas a acículas o escamas.

➤ La **raíz** es un órgano de las plantas generalmente subterráneo, no fotosintético, con crecimiento ilimitado y geotropismo generalmente positivo. Se encarga de la absorción de nutrientes y de la fijación o soporte al sustrato. Ocasionalmente puede tener funciones de reserva. Es un órgano exclusivo de las plantas vasculares, siendo los rizoides los órganos equivalentes en las plantas no vasculares. Presenta una caliptra que protege la zona meristemática apical y suele tener una región de pelos absorbentes.

### ➤ ***Tipos***

Existen distintos tipos de raíces dependiendo de la forma y lugar donde se originan, la ubicación en el espacio y su estructura.

### ***A. Por su origen***

Raíces **principales**: aquellas que son producto del desarrollo de la radícula del embrión.

Raíces **secundarias** o laterales: cualquiera de las que surgen hacia los lados de la raíz principal o a partir de ésta.

Raíces **adventicias**: cualquiera que no se origine de la radícula del embrión, es decir, las que crecen en otra ubicación donde no se espera tener una raíz.

### ***B. Por su situación***

Las raíces pueden encontrarse en distintos tipos de ambientes. La mayoría de ellas son **terrestres**, si se desarrollan en la tierra; **acuáticas**, si se desarrollan en el agua y **aéreas** o epígeas si crecen por encima de la tierra, como en las plantas epífitas.

### ***C. Por su estructura***

Raíces **axonomorfas** o pivotantes: son aquellas en las cuales el eje central es predominante y los ejes secundarios son menos desarrollados que el principal. Son comunes en las dicotiledóneas.

Raíces **fasciculadas** o fibrosas: son aquellas en las cuales el eje principal está atrofiado y quedan constituidas por un manojo de raicillas de grosor similar. Son comunes en las monocotiledóneas.

### ➤ ***Modificaciones***

Algunas raíces pueden modificar su estructura para realizar una función determinada o como adaptación al medio donde se encuentran. Estas modificaciones pueden agruparse en reservantes, estructurales y otras.

#### **Reservantes**

**Napiformes**: raíces axonomorfas muy gruesas y reservantes; suelen tener una porción subterránea y una porción epígea (Ej. remolacha, nabo).

**Tuberosas**: raíces engrosadas a modo de tubérculos; frecuentemente subterráneas (Ej. zanahoria).

#### **Estructurales**

**Adherentes**: son raíces epígeas que se fijan a un soporte distinto de la tierra (Ej. aráceas).

**Fúlcreas**: son raíces epígeas que ayudan a sostener la planta; surgen cerca de la base (Ej. maíz).

**Zancos**: son raíces epígeas que brotan del tronco o de las ramas y que ayudan a sostener la planta, principalmente en zonas pantanosas (Ej. manglares).

**Tabulares**: raíces comprimidas lateralmente que se forman en la base del tronco a modo de contrafuerte; ayudan a sostener la planta (Ej. Ficus).

#### **Otras**

**Haustorios**: raíces de plantas parásitas que penetran en el tejido de la planta hospedadora, discurriendo por dentro de su corteza.

**Neumatóforos**: raíces epígeas con geotropismo negativo propias de plantas de zonas pantanosas; presentan un aerénquima muy desarrollado y tienen la función de suministrar oxígeno a los órganos subterráneos.

➤ El **tallo** es un órgano de las plantas encargado del soporte de las hojas y partes reproductivas, así como de la conducción de los nutrientes. Suele tener geotropismo negativo y generalmente no es fotosintético. En él se pueden diferenciar las zonas de crecimiento meristemático o nudos, y los espacios entre éstas denominados entrenudos. Cualquier modificación caulinar se puede reconocer por la presencia de yemas o catáfilos. El tallo puede permanecer simple o dividirse formando ramas.

➤ ***Tipos***

Dependiendo de su forma de crecimiento, pueden separarse distintos tipos de tallos:

**Erectos:** aquellos que desde el comienzo de su desarrollo se encuentran en posición vertical.

**Rastreros:** aquellos que se tumban y crecen apoyándose en el suelo, pudiendo enraizar o no en cada segmento.

**Ascendentes:** aquellos que al principio se tumban y luego desarrollan una parte vertical.

**Decumbentes:** aquellos que al principio son erectos y posteriormente se tumban hacia el suelo.

➤ ***Hábitos comunes***

La consistencia y estructura del tallo permite separar las distintas formas de vida de las plantas, siendo las principales, las siguientes:

**Hierba:** tipo de planta no leñosa, es decir, que tiene consistencia blanda en todos sus órganos.

**Arbusto:** tipo de planta leñosa que se ramifica desde la base.

**Arbol:** tipo de planta leñosa con un eje principal bien definido llamado tronco y una copa formada por las ramas y hojas.

**Trepadora:** tipo de planta que para conseguir la luz, crece sobre cualquier tipo de soporte; para ello pueden hacer uso de modificaciones especiales como zarcillos o espinas, o bien enrollando su propio tallo, llamándose entonces volubles.

➤ ***Hábitos secundarios***

Adicionalmente, se pueden encontrar hábitos intermedios o secundarios como:

**Macolla:** tipo de hierba formada por un manojo de vástagos que salen del mismo eje.

**Sufrútice:** hábito intermedio entre hierba y arbusto.

**Liana:** trepadora leñosa.

➤ ***Modificaciones***

De manera similar a como ocurre con las raíces, los tallos pueden modificar su estructura para realizar una función determinada o como adaptación al medio donde se encuentran. Estas modificaciones podrían agruparse en reservantes, de sostén y otras.

## Reservantes

**Tubérculos:** modificaciones caulinares engrosadas, generalmente subterráneas, ricas en sustancias de reserva; difieren de la raíz por la presencia de yemas y catáfilos (Ej. papa).

**Bulbos:** yemas subterráneas con catáfilos o bases foliares modificadas con funciones de reserva; pueden ser simples (Ej. cebolla) o compuestos (Ej. ajo).

**Cladodios:** ramas comprimidas generalmente con hojas rudimentarias y con funciones asimiladoras; ocasionalmente pueden ser suculentas con funciones de reserva de agua (Ej. cactus).

**Filocladios:** ramas comprimidas, filiformes o aplanadas semejando una hoja. Ocasionalmente se usa como sinónimo de cladodio (Ej. *Ruscus*).

**Otros tipos:** en la palma Sagú (*Cycas* sp.) o en algunos miembros de la familia Bombacaceae (Ceiba, Baobab), ocurre un engrosamiento en el tallo con fines reservantes, pero no les han colocado un nombre particular.

## Estructurales

**Estolones:** son brotes laterales más o menos delgados y largos que nacen en la base de los tallos y pueden enraizar lejos del origen; la porción intermedia puede morir, generándose un individuo nuevo por reproducción vegetativa (Ej. malamadre, grama, menta)

**Rizomas:** son tallos en crecimiento subterráneo o paralelo a la superficie; difieren de la raíz por la presencia de yemas y catáfilos (Ej. jengibre).

## Otras

**Espinas:** son estructuras endurecidas y puntiagudas, lignificadas y con tejido vascular, por lo cual al intentar separarla se desgarran los tejidos subyacentes (Ej. cactus). Se habla de espinas caulinares cuando éstas son producto de una modificación del tallo; en contraposición con las espinas foliares.

**Aguijones** o acúleos: tricomas rígidos y punzantes de formación epidérmica y por lo tanto sin tejido vascular asociado; son fácilmente removibles (Ej. rosa).

**Zarcillos:** segmentos filamentosos, en general enroscados, con los cuales la planta se ancla a un soporte. Son zarcillos caulinares los de Vitaceae, Passifloraceae y algunas Sapindaceae, en los que toda una rama axilar o floral se transforma en zarcillo.

➤ La **hoja** es un órgano que brota lateral o apicalmente del tallo, con crecimiento limitado (excepto en *Welwitschia*), forma generalmente laminar y estructura dorsiventral. Su función principal es fotosintética debido a la abundante presencia de clorofila en su interior.

Como cualquier órgano, la hoja se desarrolla a partir del crecimiento y diferenciación de una yema, específicamente en un nudo o en el ápice de un tallo. Las yemas son tejidos meristemáticos, es decir, están compuestos por células que están en constante crecimiento, división y diferenciación, pudiendo entrar en períodos de latencia; esto significa que una vez que crece la hoja, permanece en la base un tejido que seguirá latente para formar, eventualmente, otra hoja o una rama, bien sea florífera o vegetativa.

### ➤ *Tipos*

Existen distintos tipos de hojas dependiendo de su momento de desarrollo, ubicación y función. Normalmente se tratan como sucesión foliar.

#### **Cotiledones**

Los **cotiledones** son las primeras hojas que se forman en el embrión, así como las primeras en emerger; se les conoce también como hojas embrionarias, primordiales o seminales.

#### **Catáfilos**

Los **catáfilos** son sucesionalmente las siguientes hojas en surgir después de los cotiledones y antes de las hojas verdaderas o nomófilos; suelen tener consistencia escamosa o coriácea y se les atribuyen funciones de protección de las yemas. Generalmente no son fotosintéticas.

#### **Nomófilos**

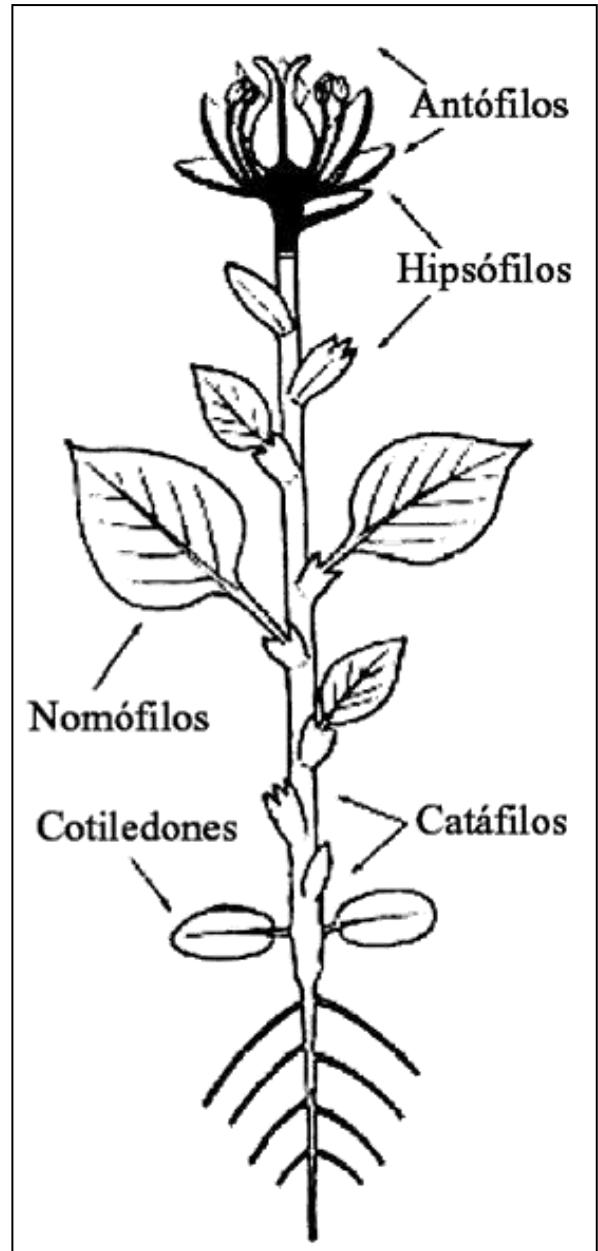
Posteriormente surgen los **nomófilos**, que son las hojas propiamente dichas o normales; suelen tener consistencia membranácea y son principalmente fotosintéticas.

#### **Hipsófilos**

Las hojas que siguen en la sucesión foliar son los **hipsófilos** u hojas modificadas que acompañan a las flores o a las inflorescencias; suelen ser coloreadas y pueden llamarse también brácteas o bracteolas.

#### **Antófilos**

Partiendo de la certeza de que los verticilos florales son hojas modificadas, se considera como el final de la sucesión foliar a los **antófilos** u hojas florales; esta categoría abarca los cuatro verticilos de una flor típica: cáliz, corola, androceo y gineceo, siendo los dos primeros, antófilos infértiles y los dos últimos, antófilos fértiles.



### ➤ *Modificaciones*

#### **Estípulas**

Las **estípulas** son apéndices frecuentemente laminares que se forman a ambos lados de la base foliar, generalmente son dos y pueden ubicarse en distintas posiciones a lo ancho del nudo. Su función no está completamente definida pero tienen valor taxonómico por ser un carácter constante en las familias donde se presentan.

A los apéndices que se encuentran en la base de folíolos en hojas compuestas se les denomina **estipelas**.

## Vaina foliar

Es la base de la hoja más o menos ensanchada, que abraza parcial o totalmente el tallo o rama de la que emerge. Es muy común en monocotiledóneas pero está presente en algunas familias de dicotiledóneas como Apiaceae (Umbelliferae).

## Lígula

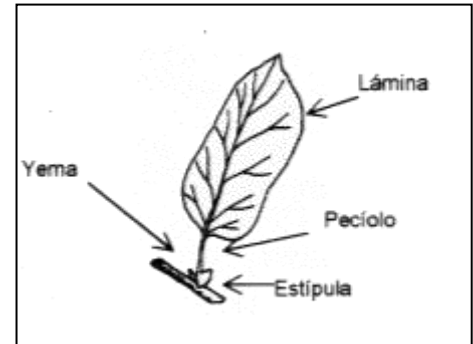
La **lígula** es un apéndice frecuentemente membranoso que puede encontrarse en la línea que divide la lámina y la vaina foliar de algunas monocotiledóneas. Se considera un apéndice estipular.

## ➤ Composición

La ubicación de la yema permite definir la composición de las hojas, pues el término hoja abarca todo aquello que se desarrolla en la base de una yema foliar.

Una hoja **simple**, como su nombre lo indica, está formada por una sola lámina que surge a partir de una yema axilar o apical. Esta puede tener un pecíolo o eje de unión al tallo, o bien puede ser **sésil**, es decir, carecer de pecíolo.

Las hojas **compuestas**, como su nombre lo indica, presentan más de una lámina partiendo de la yema, a cada una de las cuales se le denomina **folíolo** y pueden dividirse en:



**Unifolioladas:** cuando es evidente que ha habido una reducción evolutiva de las hojas y queda una sola lámina aparentando ser una hoja simple.

**Trifoliadas:** cuando la hoja está compuesta por tres láminas bien definidas. Pueden ser palmaticompuestas, si salen las tres del mismo punto, o pinnaticompuestas, si el folíolo medio se articula más arriba de los laterales desarrollando un raquis.

**Palmadas, palmaticompuestas o digitadas:** cuando la hoja está compuesta por cuatro o más láminas saliendo del ápice de un pecíolo común a manera de palma de la mano.

## Con raquis

**Pinnadas o pinnaticompuestas:** cuando la hoja está compuesta por más de tres láminas dispuestas a ambos lados de un eje alargado llamado raquis. Pueden subdividirse en:

**Simple-pinnadas:** si se puede diferenciar sólo un eje principal o raquis.

**Bipinnadas:** si del raquis principal en lugar de folíolos surgen raquis secundarios con foliolulos dispuestos a ambos lados de ellos.

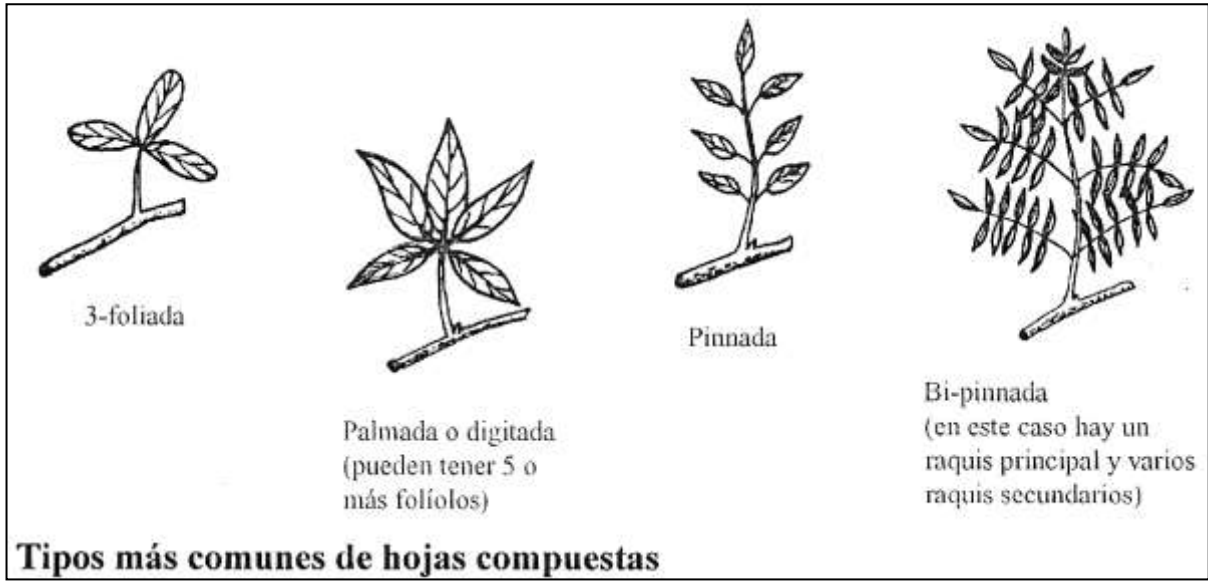
**Tripinnadas:** si se puede diferenciar un raquis primario, raquis secundarios y raquis terciarios.

## Cantidad de Folíolos

Independientemente de si son pinnadas, bipinnadas o tripinnadas, pueden ser también:

**Paripinnadas:** si tienen un número par de folíolos o foliolulos.

**Imparipinnadas:** si tienen un número impar de folíolos o foliolulos.



➤ **Filotaxis**

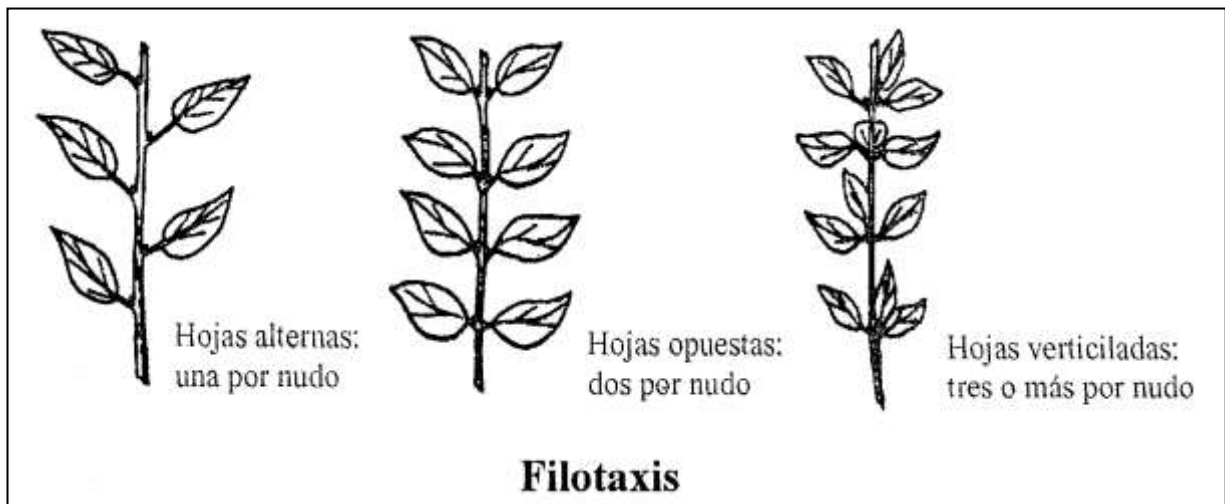
La disposición de las hojas en el tallo se conoce como filotaxis y es un carácter con valor taxonómico por encontrarse de manera constante dentro de los grupos. Los principales tipos de filotaxis son:

**Alternas:** sale una sola hoja por nudo.

**Opuestas:** salen dos hojas en cada nudo.

**Verticiladas:** salen tres o más hojas en cada nudo.

**Fasciculada:** salen múltiples hojas de un solo nudo, en una misma dirección.





➤ Luego de determinar la composición y filotaxis de una hoja, se procede a describir la lámina o el folíolo. Las características que se consideran son:

➤ **Aspectos básicos**

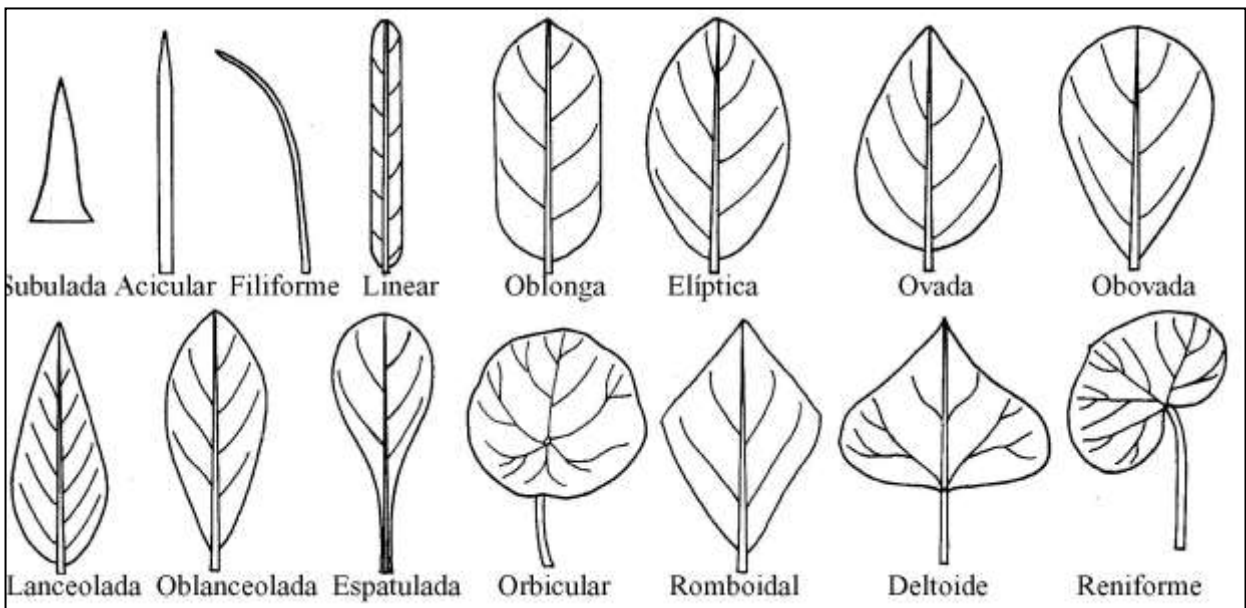
**Forma:** se refiere al contorno de la lámina; usualmente se usan figuras geométricas o combinaciones de éstas (elíptica, lanceolada, oblonga, circular, ovada, obovada, etc.).

**Base:** es la parte de la lámina más cercana al pecíolo o al tallo (cuneada, atenuada, obtusa, truncada, cordada, sagitada, peltada, etc.).

**Ápice:** es la parte de la lámina más distal del pecíolo o del tallo (agudo, acuminado, aristado, obtuso, mucronado, etc.).

**Margen:** región que forma el contorno o borde (entero, crenado, sinuado, dentado, serrado, ondulado, etc.).

**Formas más comunes de hojas**



➤ **Aspectos adicionales**

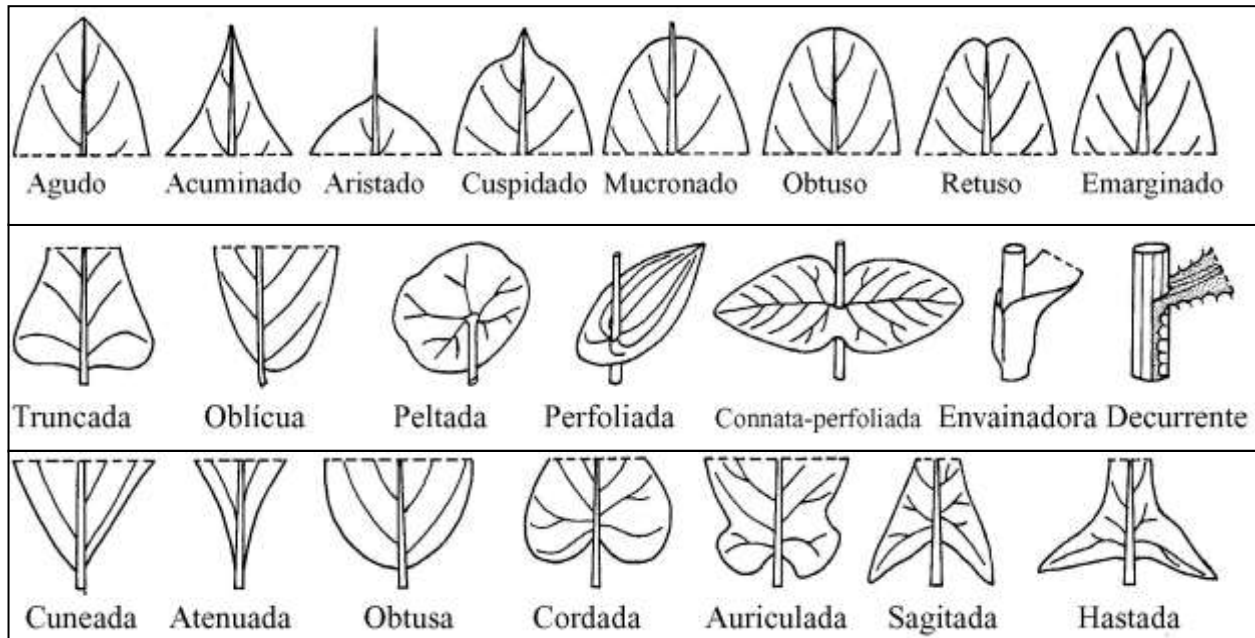
Existen otras características que resultan de interés dependiendo del nivel de descripción que se requiera

**Nervadura:** se refiere al arreglo de los haces vasculares visible en la superficie (paralelinervia, reticulada, etc.).

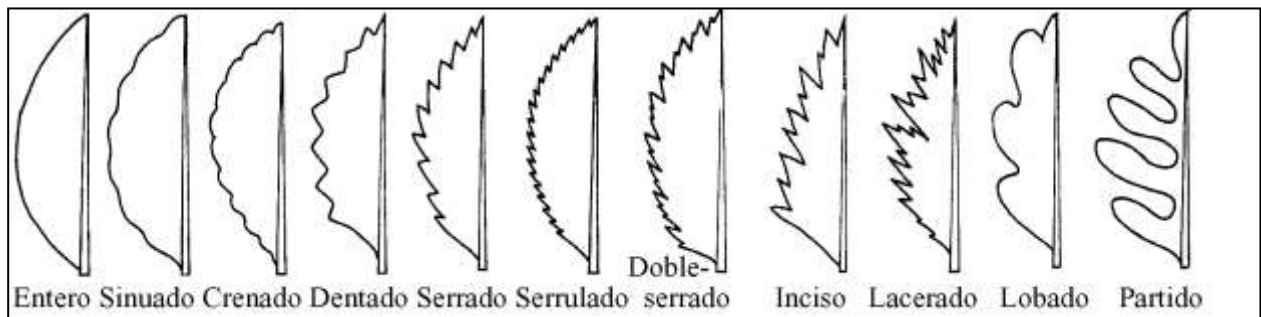
**Textura:** se refiere a la consistencia o condiciones físicas del órgano (membranoso, cartáceo, papiráceo, etc.).

**Superficie e indumento:** se refiere al tipo y cantidad de excrecencias epidérmicas tales como pelos, escamas, glándulas, acúleos, etc.

**Tipos más comunes de ápices y bases**



**Tipos más comunes de bordes**

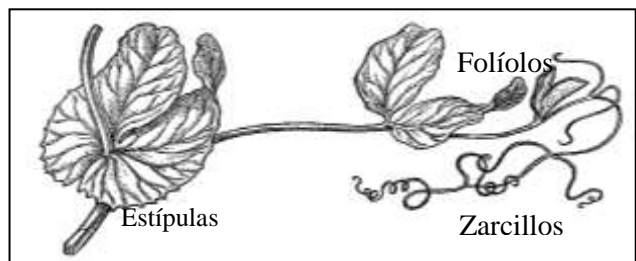


➤ **Modificaciones**

**Espinas:** son estructuras endurecidas y puntiagudas, lignificadas y con tejido vascular, por lo cual al intentar separarla se desgarran los tejidos subyacentes.

Las espinas foliares pueden ser modificaciones de folíolos o de origen estipular; también pueden encontrarse como prolongaciones del tejido epidérmico en las láminas de las hojas o pecíolos (Ej. *Solanum*, *Aloe*); siendo en este caso, acúleos o **aguijones**.

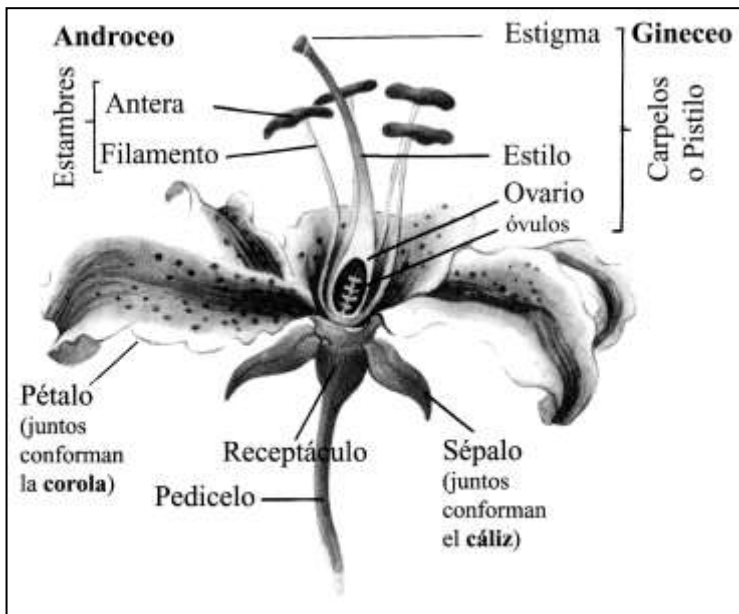
**Zarcillos:** de manera similar a como ocurre en el tallo, algunas hojas pueden modificarse formando estos filamentos enroscados para anclarse a un soporte. Son zarcillos foliares los de *Bignoniaceae*, *Fabaceae* y algunas *Ranunculaceae*, en los que alguna hoja, folíolo o extensión del ráquis, se transforma en zarcillo.



## Morfología reproductiva

Cada parte de la planta es objeto de modificaciones adaptativas y evolutivas, lo cual obliga a describir en detalle cada una de ellas para poder identificarlas. La **flor** es el órgano reproductivo de las angiospermas y quizás el más importante taxonómicamente. En Gimnospermas se habla de flores rudimentarias o estróbilos con esporófilas poco diferenciadas, generalmente unisexuales.

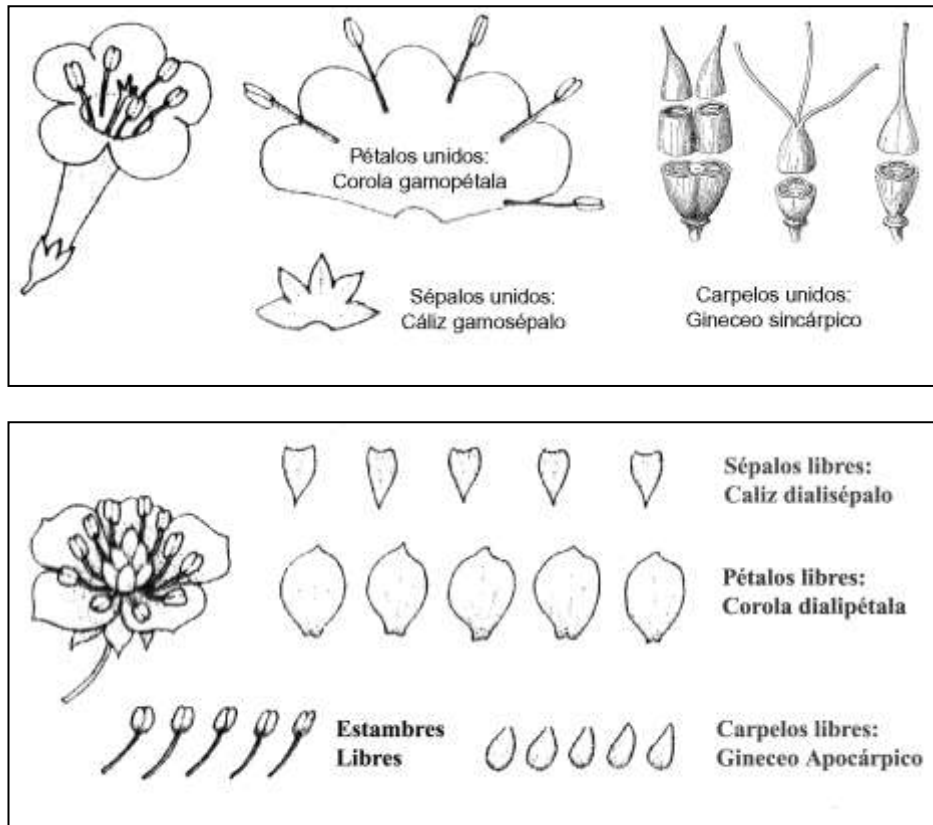
➤ Podría definirse como un tallo de crecimiento limitado con entrenudos muy reducidos, de cuyos nudos emergen hojas verticiladas muy modificadas, fértiles e infértiles. A cada serie de hojas se le denomina **verticilo** y en una flor típica pueden encontrarse, de afuera hacia adentro o de abajo hacia arriba: el **cáliz** y la **corola**, que son verticilos infértiles y luego el **androceo** y el **gineceo**, que son los reproductivos o fértiles. Las partes de cada uno de ellos pueden verse en la figura:



Cada verticilo debe evaluarse por separado y puede darse el caso de que no estén presentes los cuatro; por ejemplo: una flor femenina carece de androceo, una flor masculina carece de gineceo y cualquiera de ellas puede tener sólo un verticilo infértil (cáliz o corola). A los verticilos infértiles en conjunto se les denomina **perianto**, y se suele hacer referencia a él en los casos en los que no hay diferencia morfológica entre sépalos y pétalos, llamándose entonces **tépalos** a sus partes.

La unión o libertad entre las partes de cada verticilo es una característica importante de describir y es a lo que se llama **connación**: cuando los sépalos están unidos (connados) se dice que el cáliz es gamosépalo, mientras que cuando están libres entre sí, se dice el cáliz es dialisépalo. Se aplica la misma nomenclatura para la corola, cambiando el sufijo –sépalos por –pétalos (corola gamopétala o dialipétala), o –tépalos si se refiere al perianto. Si las partes están libres entre sí, entonces **no hay** connación. Para describir la unión entre estambres no se colocan sufijos; existe cierta terminología pero no se va a considerar en este curso. Respecto al gineceo, si los carpelos están unidos se denomina **sincárpico** y si están libres se denomina **apocárpico**.

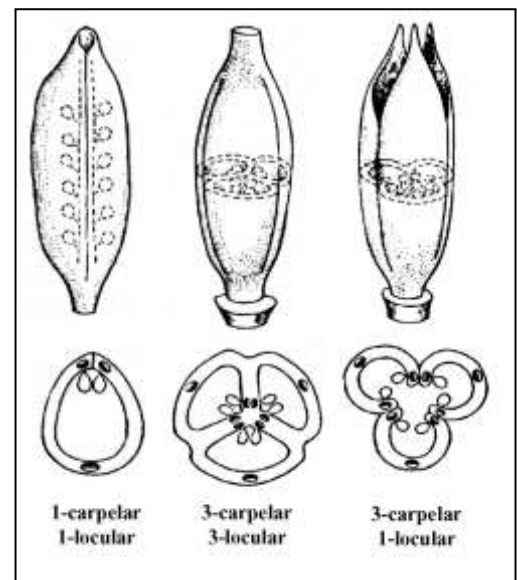
En las figuras siguientes se observa una flor con connación en la mayoría de sus verticilos y una flor con todas sus partes libres, es decir, sin connación; pero en la naturaleza hay todas las combinaciones posibles.



Otro aspecto a considerar es la **adnación**, la cual se refiere a la unión entre partes de **verticilos diferentes**. El caso más común es la unión de los estambres con la corola, llamándose entonces estambres **epipétalos**, también ilustrados en la figura.

El gineceo suele ser estudiado en mayor profundidad, e incluso se pueden clasificar las flores por la ubicación relativa de sus órganos. Un ovario **súpero** es aquel que está libre de los demás verticilos, mientras que el ovario **ínfero** está soldado al receptáculo de manera que no puede observarse como una entidad individual.

Los carpelos son hojas muy modificadas y al cerrarse dejan una cavidad llamada **lóculo** donde quedan protegidas las semillas. Para saber el número de lóculos debe hacerse un corte transversal del ovario.

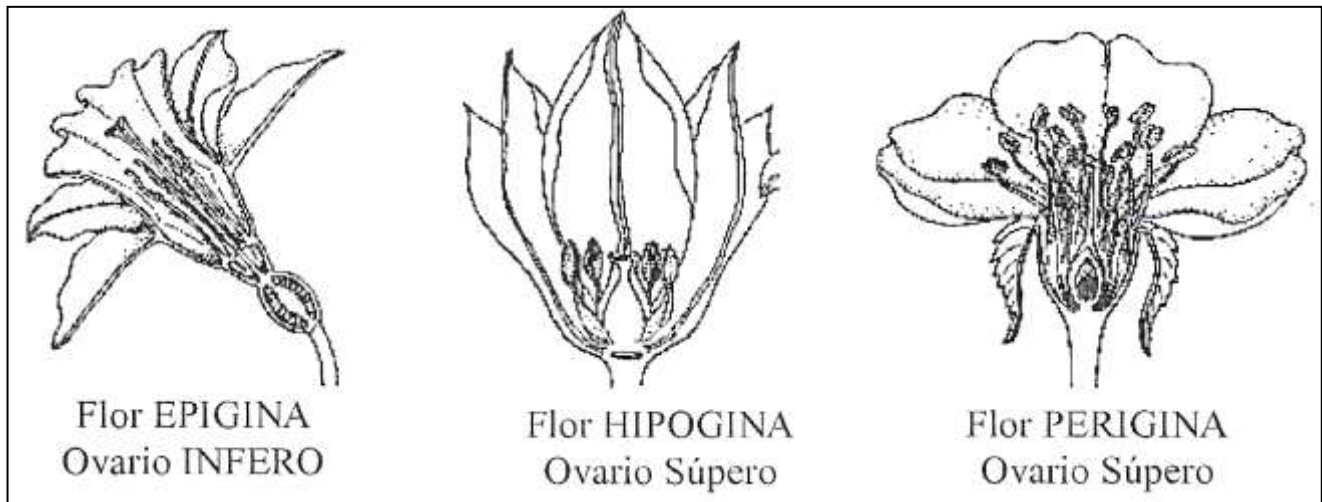


Si bien existe una gran cantidad de sistemas de clasificación para las flores, se podría generalizar de la siguiente manera:

Por su simetría se dividen en: zigomorfas (asimétricas) o actinomorfas (con simetría radial).

Por la posición relativa de sus órganos, en: epíginas, hipóginas o períginas.

Por su sexo, en: femeninas, masculinas o hermafroditas.



Adicional a lo que se ha descrito, pueden encontrarse otras características como:

**Coronas:** conjuntos de apéndices petaloideos o ligulares que pueden estar libres o unidos al resto de la corola.

**Membranas:** láminas flexibles generalmente uniendo partes de verticilos.

**Discos:** excrescencias anulares generalmente glandulíferas, de posición variable, pero más frecuentemente en la base del gineceo.

**Glándulas:** estructuras o conjunto de células secretoras, generalmente nectaríferas.

**Nectarios:** cualquier órgano o estructura capaz de segregar néctar.

➤ Una yema reproductiva puede dar origen a una flor solitaria como la cayena (*Hibiscus* spp.) o la rosa (*Rosa* spp.), o a un conjunto de ellas, en cuyo caso se habla de **inflorescencias**. El concepto puede ser equivalente al de una hoja simple o compuesta.

Existen numerosos sistemas de clasificación de las inflorescencias, pero el más común de ellos las separa en inflorescencias racemosas o indeterminadas e inflorescencias cimosas o determinadas. Estas a su vez pueden ser simples o compuestas.

Las inflorescencias **racemosas o indeterminadas** deben su nombre a que la flor más joven se encuentra en el ápice o centro de la inflorescencia, razón por la cual puede crecer indefinidamente.

**Racimo:** flores pediceladas en un solo eje.

**Espiga:** flores sésiles en un solo eje.

**Espádice:** flores sésiles en un eje engrosado y acompañadas de una gran bráctea o espata.

**Capítulo:** flores sésiles en un eje engrosado y aplanado, acompañadas de brácteas involucrales.

**Umbela:** flores pediceladas que salen de un mismo punto y llegan más o menos al mismo nivel.

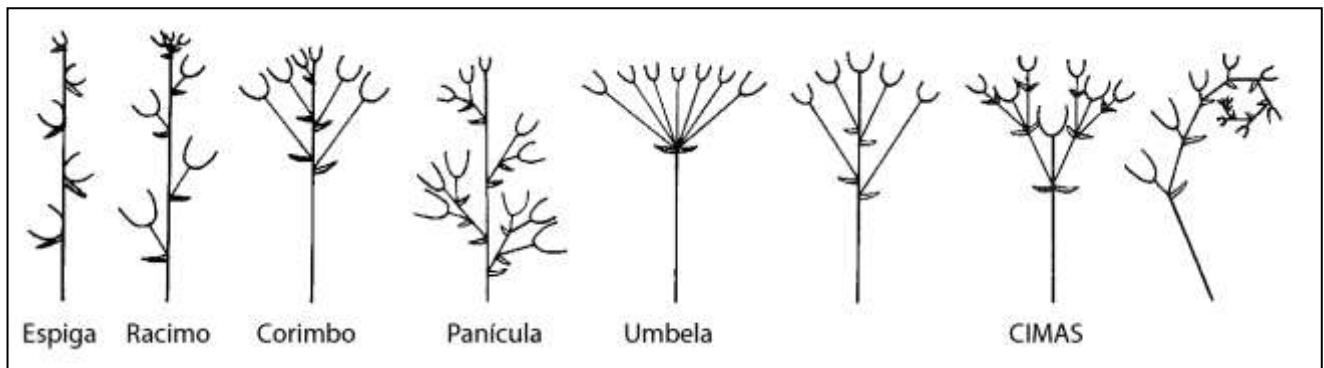
**Corimbo:** flores pediceladas que salen a distintos puntos de un eje central y llegan más o menos a un mismo nivel.

Las inflorescencias **cimosas o determinadas** tienen la flor adulta en el centro o en el ápice de la inflorescencia, de manera que el crecimiento es lateral. Las más comunes son:

**Monocasios:** con una hilera de flores ascendentes, descendentes o helicoidales (Ej. Heliotropium, Strelitzia).

**Dicasios:** con dos ramificaciones y una flor central (Ej. Ixora).

También pueden haber capítulos y umbelas determinados.



### Inflorescencias Mixtas u otras

**Tirso:** tipo de inflorescencia muy poco definida, puede ser determinada o indeterminada, simple o compuesta y con un número indefinido de flores por ramas laterales.

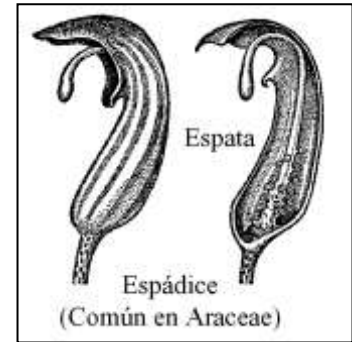
**Verticilastro:** tipo de inflorescencia común en Lamiaceae donde las inflorescencias cimosas están contraídas y enfrentadas formando algo parecido a un verticilo; el concepto involucra una inflorescencia compuesta, espigadas, con entrenudos de tamaño variable

**Hipantodio:** inflorescencia cóncava con receptáculo parcialmente engrosado y casi cerrada, común en Ficus.

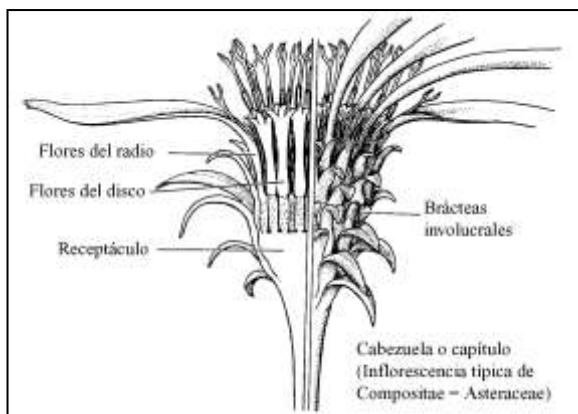
### ➤ **Brácteas y bractéolas**

En la sucesión foliar, las hojas que acompañan a las flores o inflorescencias se denominan **bracteolas** o **brácteas**, respectivamente, o **hipsófilos** en conjunto. Estas pueden ser similares a las hojas normales, pero se definen como tales dependiendo de su ubicación; suelen ser de colores llamativos.

Para finalizar este aspecto, es conveniente destacar dos ejemplos llamativos: la inflorescencia de las calas (*Caladium* spp.) se denomina **espádice** y es equivalente a una espiga con el eje muy engrosado y carnoso, y envuelta por una gran bráctea denominada **espata**.



Otro tipo muy común de inflorescencia es el **capítulo** o **cabezuela**, el cual es característico de la familia Compositae o Asteraceae (margarita, girasol, diente de león, etc.). En ellas podría decirse que se achata el eje o receptáculo de un espádice; las brácteas pasan a formar un **involucro** que aparenta ser cáliz.



➤ La flor forma parte indispensable del ciclo de vida de las plantas. Dentro de ellas ocurre el proceso de reproducción sexual que garantiza la supervivencia de la especie; en otras palabras, es allí donde ocurre la unión de los gametos femeninos con los masculinos para dar origen a un nuevo individuo. Este proceso ha resultado ser muy exitoso en las angiospermas o plantas con flores, puesto que, según indica el registro fósil, se han

desarrollado estrategias simbióticas entre ellas y los insectos, aves y otros animales. Al no contar con órganos que le permitan movilizarse, las plantas han desarrollado adaptaciones que favorecen el intercambio genético entre un individuo y otro.

➤ La **polinización** es el traslado del polen (donde están los gametos masculinos) al estigma (parte receptora del gineceo, en cuyo ovario están los óvulos o gametos femeninos). Una planta puede autopolinizarse, lo cual es una estrategia de sobrevivencia; sin embargo, cuando esto ocurre, la generación hija va a ser idéntica a la que le dio origen, siendo esto una desventaja evolutiva si consideramos que el ambiente está en constante cambio. La recombinación genética entre individuos distintos (pero obviamente de la misma especie) garantiza una mayor diversidad y, en consecuencia, una mayor adaptabilidad a los cambios del ambiente. Por esta razón, las plantas desarrollaron estrategias de autoincompatibilidad para evitar la fecundación (unión de gametos) con su propio polen y paralelamente desarrollaron otras estrategias morfológicas para adaptarse a los agentes polinizadores. Por ejemplo, la flor como un todo puede verse simétrica o asimétrica y esa característica sumada a su color, aroma, etc. puede permitir hacer inferencias sobre sus estrategias de polinización.

➤ Una vez que ocurre la **fecundación**, tal como en una mujer embarazada, comienzan a darse cambios físicos y químicos en el ovario o en la flor femenina, dando origen a los frutos. Estos también presentan patrones morfológicos que permitirán la dispersión de las semillas por factores **bióticos** o **abióticos**. Los síndromes de polinización y dispersión tienen nombres similares cambiando sólo el sufijo (anemofilia, anemocoria; ornitofilia, ornitocoria), y cada planta puede tener combinaciones de éstos, por ejemplo: anemofilia y ornitocoria (polinizada por el viento, semillas dispersadas por aves), ornitofilia y anemocoria (polinizada por aves, semillas dispersadas por el viento), anemofilia y anemocoria (polinización y dispersión por viento), etc.

➤ Según la definición clásica, el **fruto** es la consecuencia del ovario desarrollado con las semillas maduras. Su función principal es la protección y dispersión de las semillas, y la nutrición del embrión. Es un órgano exclusivo de las angiospermas.

El **pericarpio** es la parte del fruto que rodea a la semilla y le sirve de protección hasta su dispersión. En sentido estricto corresponde con la hoja carpelar modificada.

Suele estar formado por tres capas: exocarpio o epicarpio, mesocarpio y endocarpio.

En los frutos secos puede verse representado como una sola capa o exocarpio, que puede ser incluso una delgada capa membranosa.

En las gramíneas además de ser muy delgada, está completamente fusionada con las semillas formando una unidad.

➤ Existen dos tipos principales de **dispersión** de las semillas a través del fruto, en algunos casos la semilla es la diáspora.

Se habla de **anemocoria** o **hidrocoria**, cuando los agentes dispersores del fruto son el aire y el agua, en similitud con los síndromes de polinización (anemofilia e hidrofilia). En estos casos, los frutos suelen ser secos y/o con apéndices que les permitan flotar en el aire o agua.

Por otra parte, la **zoocoria**, tiene que ver con el uso de los animales como agentes dispersores. Los frutos secos se valen de ganchos o sustancias mucilaginosas, mientras que los frutos carnosos ofrecen la pulpa como recompensa.

➤ **Apéndices**

Algunos frutos cuentan con apéndices o excrescencias del pericarpio como adaptaciones para su dispersión. Las más comunes son:

**Alas:** apéndices membranosos asociados a la dispersión por viento o anemocoria; generalmente tienen una superficie mucho mayor que la zona seminal.

**Tricomos o pelos:** apéndices filamentosos asociados a dispersión por viento o anemocoria.



**Espinas o ganchos:** apéndices lignificados asociados a la dispersión por animales, mediante la adherencia a sus patas o pelos.

➤ **Clasificación**

Al igual que como ocurre con el resto de los órganos, existen varios sistemas de clasificación para los frutos, los más comunes los separan:

**Por su origen**

**Frutos simples:** aquellos que provienen de gineceo sincárpico o monocárpico (Ej. legumbres, cápsulas, bayas).

**Frutos complejos:**

**Agregados:** los que provienen de gineceo apocárpico (Ej. guanábana, fresa, mora).

**Infrutescencias:** los que provienen del desarrollo conjunto de una inflorescencia (Ej. piña, higo).

**Pseudocarpos o frutos accesorios:** aquellos en los cuales intervienen otras partes de la flor además de los carpelos (Ej. manzana, granada).

**Por la naturaleza del Pericarpio**

**Frutos secos:** aquenio, cipsela, cápsula, cariopsis, nuez, núcula, samara, utrículo, pixidio, folículo, legumbre, lomento, silicua, silícula.

**Frutos carnosos:** baya, drupa, hesperidio, peponide, sicono, pomo.

**Por su dehiscencia**

**Frutos indehiscentes:** la mayoría de los frutos carnosos, nuez, aquenio, cipsela, cariopsis.

**Frutos dehiscentes:** legumbres, folículos, cápsulas, algunos frutos carnosos.

**Frutos esquizocárpicos:** se dividen en mericarpos que dejan encerradas a las semillas.

➤ La **semilla** es el óvulo fertilizado, es decir, el embrión en estado de vida latente, acompañado o no de tejido nutritivo (endosperma o cotiledones) y protegido por una cubierta seminal o testa. En las gimnospermas, la semilla se encuentra descubierta o apenas protegidas por piezas accesorias como las macrosporófilas lignificadas. En las angiospermas, están protegidas por el fruto.

Cuando la semilla es el agente dispersor, los apéndices se desarrollan en éstas con las mismas funciones que en el fruto. Adicional a los ya mencionados y particulares a las semillas se encuentran:

**Arilo:** excecencia que se forma en la superficie de la semilla, de muy variadas formas, colores y sabores; frecuentemente es apetecible a los animales pero también puede ser de consistencia pilosa.

**Carúncula:** es un tipo de arilo micropilar muy rico en sustancias protéicas, propio de algunos generos de Euphorbiaceae.

**Estrofiolo:** análogo a la carúncula pero de origen funicular, propio del género *Chelidonium* (Papaveraceae).

Luego de remover o evaluar los apéndices de la semilla se puede observar su constitución general externa e interna.

Externamente en la semilla se pueden diferenciar las siguientes partes:

**Testa:** es la cubierta externa de la semilla, frecuentemente membranosa.

**Micrópilo:** abertura que dejan los tegumentos a manera de canalículo.

**Hilo:** cicatriz que queda en la semilla luego de la abscisión del fruto; suele tener color distinto a la testa.

**Funículo:** filamento que une a la semilla con el fruto; no está presente en semillas sésiles.

**Rafe:** línea prominente que proviene de la fusión del funículo con la semilla de óvulos anátropos.

Internamente en la semilla se pueden encontrar:

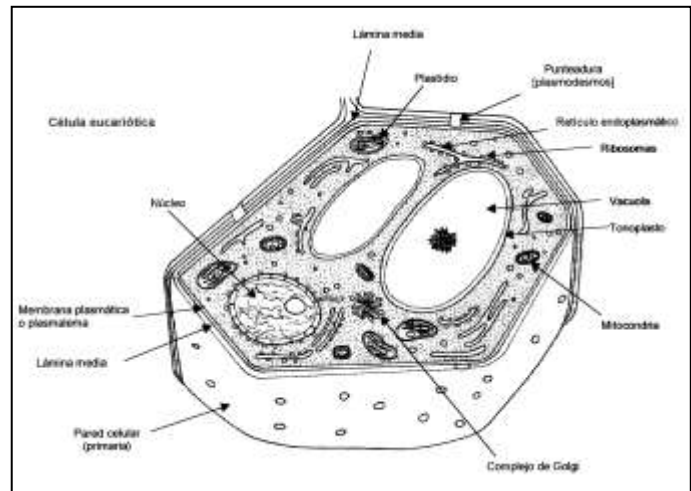
**Embrión:** es la primera fase del esporofito originada por la unión de los gametos e inmediato crecimiento y diferenciación. Está formado por epicótilo, hipocótilo, radícula y uno o más cotiledones.

**Cotiledón:** la primera o cada una de las primeras hojas que se forman en el embrión.

**Endosperma:** tejido nutritivo normalmente triploide producido por la fertilización de los núcleos polares en angiospermas. En gimnospermas es un tejido de reserva derivado del megagametofito.

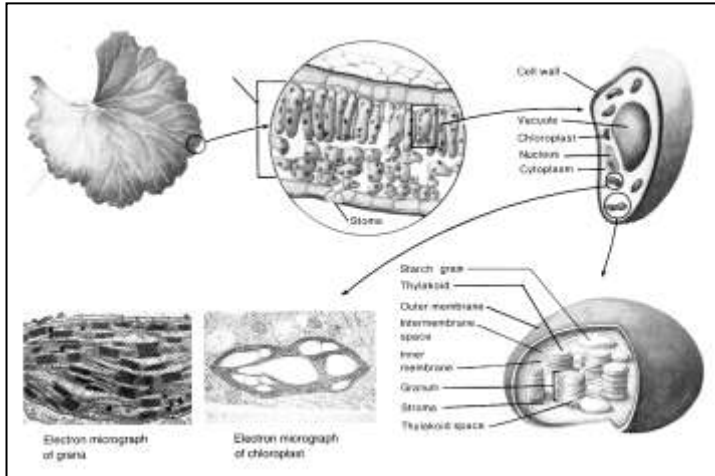
## Fundamentos de anatomía

➤ La célula es la unidad básica y fundamental de los tejidos y por tanto, de los órganos. Esta puede constituir por sí sola un individuo u organismo unicelular. Todas las actividades de la célula se realizan en un medio acuoso e implican un desplazamiento de solutos en la célula misma, entre células, y entre la célula y su medio externo. Su forma es variada según se trate de individuos unicelulares que viven libremente o de individuos pluricelulares.



La célula vegetal típica presenta, por fuera de la membrana plasmática, la pared celular, compuesta fundamentalmente por celulosa y secretada por el protoplasto. Con el paso del tiempo esta pared puede sufrir una serie de cambios producto del metabolismo y el envejecimiento, manifestándose con deposiciones de diversas sustancias tales como lignina, grasas (suberina, cutina, ceras), taninos, etc.,

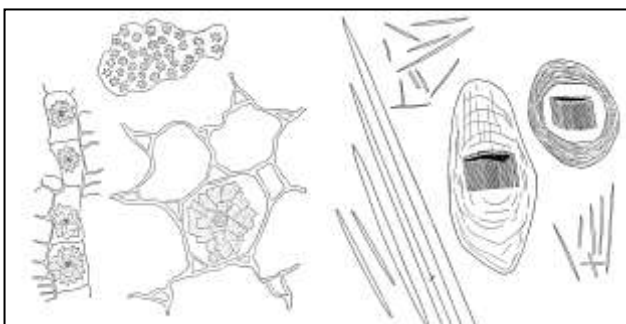
que pueden ser reconocidas mediante pruebas químicas. La pared celular delimita a la célula vegetal, determina su forma y confina al protoplasma, en el cual se distribuye una serie de organelos bien definidos morfológicamente y limitados por membranas especiales que cumplen funciones vitales específicas.



Otra característica típica de la célula vegetal es la presencia de plastidios, los cuales pueden ser pigmentados (cloroplastos y cromoplastos) o no pigmentados (leucoplastos). La clorofila es el pigmento fundamental de los cloroplastos, mientras que los carotenos dan la coloración rojiza o anaranjada de los cromoplastos; dentro de los plastidios no pigmentados se encuentran

los elaioplastos, que almacenan grasas (lípidos) y los amiloplastos, que almacenan almidón; éstos últimos pueden tener formas diversas e incluso pueden tener valor taxonómico.

El núcleo, los cloroplastos y las mitocondrias tienen capacidad de autodivisión, mientras que el resto de las diferenciaciones celulares, por lo general de menor tamaño que las mencionadas, pueden ser formadas de nuevo por el protoplasto en el curso del metabolismo y ser luego destruidas. Las vacuolas, son muy importantes en la célula vegetal; su contenido acuoso se denomina jugo celular, y es variable una célula a otra. El jugo vacuolar puede contener ácidos orgánicos tales como oxálico, málico, cítrico, algunas veces en forma de sales de diversos tipos. El oxalato de calcio puede precipitar en forma de estrellas (drusas) o en forma de agujas (rafidios). Las vacuolas pueden contener también taninos, mucílagos, proteínas, aceites, pigmentos (antocianinas), etc., estos materiales pueden ser sustancias de reserva o residuos metabólicos.



La mayoría de los constituyentes de las células vegetales pueden identificarse mediante reacciones colorimétricas, tal como se resume en la siguiente tabla. Las diferencias en la coloración dependen de la compactación, disposición y cantidad de constituyente celular; así como del grado de madurez de la célula y la presencia de otros componentes.

## Fundamentos de etnobotánica

➤ La etnobotánica no consiste en hacer listas de especies vegetales útiles, pero éste puede ser un buen punto de partida; uno de los aspectos importantes es que la etnobotánica requiere interacción con el informante. En nuestra área de trabajo, la porción de la etnobotánica que se encuentra más desarrollada es la concerniente al uso de plantas desde el punto de vista medicinal, lo cual está íntimamente ligado a la búsqueda de principios activos con fines terapéuticos o etnofarmacología. Los estudios actuales etnofarmacológicos tratan de combinar dos mundos: el empírico de la fe en las sabidurías y prácticas tradicionales y el racional de las ciencias exactas.

### **A. Conceptos**

La etnobotánica, como disciplina científica, estudia e interpreta la historia de las plantas en las sociedades antiguas y actuales. En principio tuvo un carácter netamente utilitario.

El principal objeto de la etnobotánica es el estudio de las sabidurías botánicas tradicionales. Debe incluir también el proceso de la adquisición del conocimiento, su evolución en el tiempo y su validación dentro del contexto de la ciencia experimental.

Actualmente se considera como un campo interdisciplinario que comprende el estudio e interpretación del conocimiento, significación cultural, manejo y usos tradicionales de los elementos de la flora.

### **B. Plantas útiles, medicinales y tóxicas**

Desde los tiempos más remotos la humanidad se ha servido de las plantas en su intento de curar las enfermedades y aliviar el sufrimiento físico.

Los primeros intentos de ejercer la medicina se basaban en teorías y supersticiones, como fruto de sucesivas experiencias acertadas o no y el conocimiento del origen y uso de los productos medicinales solía estar reservado a los curanderos.

Al avanzar la civilización, los primeros médicos se basaron en gran parte en estas primitivas observaciones. En la actualidad, las plantas medicinales constituyen un recurso valioso en la mayoría de los sistemas de salud a nivel mundial.

La botánica económica, quizás más amplia que la etnobotánica, se encarga del estudio de plantas importantes para la industria, las plantas medicinales, las plantas alimenticias, productos aromáticos y bebidas, independientemente del origen del uso.

### **C. Etnobotánica en sentido amplio**

Pueden existir numerosos enfoques en los estudios etnobotánicos, y de ello dependerá la metodología a aplicar. Estos mismos enfoques representan las disciplinas más cercanamente relacionadas con la etnobotánica.

Las más conocidas y cercanas son la botánica, la antropología y la etnofarmacología. La ecología y la economía pueden jugar un papel importante en estas relaciones. Así como la lingüística que resulta imprescindible considerando la gran cantidad de dialectos existentes.

Evaluando la cantidad de usos que se le puede dar por ejemplo a una palma (*Euterpe oleracea*), se puede tener una idea de lo amplia que puede ser la etnobotánica:

La planta entera es usada como ornamental; sus raíces son usadas en como vermífugo; los tallos suelen usarse en construcción y como aislante eléctrico.

Las hojas se usan para elaborar techos, proteger cultivos y como fuente de fibras; la yema o palmito es un alimento muy apatecido y costoso.

Las inflorescencias sirven de abono y como escobas.

Los frutos son usados como alimento y bebida, sus fibras se queman para auentar los zancudos y también como abono, el aceite de coco puede usarse para cocinar, como biocombustible y hasta como antifúngico, entre otras propiedades.

#### ***D. Alcances***

Es preciso hacer estudios etnobotánicos en estos momentos por la progresiva pérdida de las costumbres originales por transculturización y por el peligro inminente de extinción de algunas culturas. En este sentido, existen cuatro parámetros que se deben evaluar para mejorar los proyectos en esta disciplina:

En primer lugar debe hacerse una documentación básica del conocimiento botánico tradicional.

Luego, una evaluación cuantitativa del uso y manejo de los recursos botánicos.

En tercer lugar, se debe realizar una evaluación experimental de los beneficios derivados de las plantas para subsistencia o con fines comerciales.

Y finalmente, no olvidar que los proyectos deben ser aplicados con miras a maximizar el valor que tiene la población local de sus recursos y de su conocimiento ecológico y botánico.

#### ***E. Metodología tradicional***

La metodología etnobotánica tradicional se basa en averiguar sobre el uso otorgado a cada planta, mientras que la metodología TRAMIL, como se describirá en breve, parte del problema de salud y procede a investigar sólo en aquellos casos en los que se usen plantas medicinales como atención primaria.

#### ***Area de estudio***

Uno de los aspectos importantes a considerar en la selección del área de estudio es la disposición y consentimiento de la población seleccionada para participar en la investigación.

Otros criterios que deben tomarse en cuenta son: la ubicación relativa a otros centros, el tamaño poblacional, la antigüedad de las comunidades y la ubicación de la región respecto a formaciones vegetales definidas.

Esto permitirá evaluar las variables geográficas, botánicas, temporales y económicas a considerar para el estudio.

#### ***Permisología y recompensa***

Parte de la permisología debe tener que ver con el problema de la propiedad intelectual del conocimiento tradicional.

En nuestro país se debe solicitar un permiso al Ministerio del Ambiente para la colección de muestras botánicas y un contrato de acceso a la biodiversidad otorgado por la Oficina Nacional de

Diversidad Biológica. Si la investigación se realiza en un área protegida o en una zona indígena, se requiere otro tipo de permisos.

Las autoridades locales deben conocer la investigación a realizar y consentir la permanencia del investigador en el área. Adicionalmente debe haber algún tipo de retribución para minimizar los efectos de la intervención.

### ***Idioma y culturización***

La mayoría de los trabajos etnobotánicos requiere gran cantidad de tiempo y en muchos casos el dialecto o lenguaje usado no es el mismo que domina el investigador.

En este sentido se convierte en necesario considerar como parte de la metodología el hecho de involucrarse con la comunidad con la que se va a trabajar, así como procurar conocer el lenguaje y las costumbres.

Cualquier actividad humana debe ser observada en detalle para poder comprenderla y esto no es algo que pueda hacerse a primera vista. Las diferencias socioculturales, de edad o de género podrían ser barreras para un estudio de este tipo.

### ***Recolección de los datos***

En un trabajo etnobotánico hay fundamentalmente dos tipos de datos: los conocimientos y las muestras.

Los conocimientos se obtienen a través de la comunicación directa con los informantes, bien sea mediante encuestas, anotaciones o grabaciones. Estos deben ser verificados posteriormente haciendo las mismas preguntas nuevamente o preguntando a parientes cercanos.

Actualmente no es permisible la publicación de un trabajo etnobotánico sin las muestras botánicas comprobantes, de manera que es imprescindible obtener lo máximo posible de una muestra, una buena descripción o en último caso una fotografía. Es importante también averiguar el origen de la planta obtenida.

### ***Análisis y procesamiento***

La parte quizás más compleja del análisis puede tener que ver con la identificación de las muestras botánicas, por contar con poco material o por ser plantas de origen desconocido. Cada muestra debe contar con todos los datos posibles en el respectivo rótulo.

La información botánica obtenida debe ser comparada con registros de la flora local o con datos etnobotánicos de zonas cercanas.

Con respecto a la parte cuantitativa, las encuestas deben ser procesadas en una base de datos comercial u hoja de cálculo de manera de poder calcular los índices necesarios. Finalmente el trabajo deberá ser redactado, publicado y puesto a la orden de la comunidad.

### ***F. Metodología TRAMIL***

El programa TRAMIL (*Traditional Medicine of the Islands*) en América de EndaCaribe fue Pionero en la labor de validación de usos tradicionales de plantas medicinales autóctonas.

La Farmacopea Caribeña es una referencia fundamental para iniciar un proceso sistemático de capacitación de los actores involucrados en atención primaria de salud. La idea es hacer una evaluación cualitativa y cuantitativa del uso popular de plantas medicinales mediante encuestas

por problema de salud y no por planta. Tiene la limitación de registrar sólo una fracción de los usos tradicionales sobre la base del porcentaje o índice de uso significativo.

### ***Aspectos previos***

Luego de identificar o seleccionar el área de estudio es preciso identificar el tamaño poblacional para evaluar el número de encuestas a realizar.

El paso inmediato siguiente es evaluar los problemas de salud más frecuentes, para lo cual se suele hacer uso de información proporcionada por los ambulatorios o unidades sanitarias correspondientes.

Posteriormente se debe identificar la autoridad regional que va a servir de enlace con los encuestadores.

Finalmente se concertarán citas con las personas a encuestar.

### ***Encuestas fitofarmacológicas***

El punto de partida no es la planta sino el problema de salud: primero se pregunta por el problema de salud y la descripción popular del mismo, luego el uso del recurso la última vez que se presentó el problema.

Si la respuesta es planta medicinal se continua con la encuesta preguntando datos sobre la planta, la preparación, vía de administración, posología, etc. Se indica el lugar de colección y se pide una muestra botánica para identificación.

Se encuesta generalmente a la madre, no a curanderos o yerbateros, aquellos que según la misma comunidad tengan mayor nivel de conocimiento tradicional sobre las plantas.

### ***Criterios***

La metodología TRAMIL procura garantizar que el uso de plantas medicinales se realice bajo criterios de calidad, seguridad y eficacia.

Los criterios de **calidad** son:

La correcta identificación botánica. Que el producto esté libre de contaminación por agentes biológicos o químicos. Preferiblemente que sean plantas autóctonas en lugar de introducidas, procurando un manejo sustentable de las mismas. Que las preparaciones sean recién elaboradas y con plantas recién cosechadas. Que se respeten las modalidades de preparación.

Los principales aspectos que deben considerarse para hacer un uso **seguro** de los productos naturales son:

La descripción detallada de la forma de preparación y existencia de muestras de referencia con fines comparativos, la clara indicación de la forma de administración y la delimitación clara de la dosificación.

Estos criterios se establecen a partir de los estudios toxicológicos. Para todos los casos, no se recomienda el uso de plantas en mujeres embarazadas, durante la lactancia, en niños menores de dos años e inmunodeprimidos.

Respecto a los criterios de **eficacia** es preciso considerar que:

El uso de una planta depende de la presencia de compuestos con actividad farmacológica. La mayoría de las pruebas de eficacia son empíricas, provenientes de las experiencias y

conocimientos acumulados por la humanidad. La negatividad de los ensayos preclínicos no es criterio suficiente para desestimar el uso tradicional.

### ***Aspectos cuantitativos***

En la actualidad se han desarrollado técnicas cuantitativas para hacer los estudios etnobotánicos más confiables o comparables.

Los aspectos numéricos tienen que ver con la cantidad de encuestas que se van a aplicar, la cual se define en función al número de habitantes.

Durante el procesamiento, existen algunos índices que se elaboran con la finalidad de proporcionar un valor objetivo a cada uso dependiendo de la cantidad de veces que es nombrado.

Adicionalmente, después del análisis, se considera uso significativo aquel que es citado con una frecuencia mayor o igual al 20 %. Estos usos son los que se proponen para validación científica.

### ***G. Validación de usos tradicionales***

Muchas drogas que están en el mercado provienen del uso tradicional de plantas por culturas indígenas. Estas han sido usadas en la medicina moderna pero no necesariamente para el mismo propósito para el cual han sido usadas tradicionalmente.

Desde hace un tiempo se está promoviendo la validación de los usos tradicionales con la finalidad de evaluar su vigencia, comprobar su eficacia y garantizar su uso racional.

Esto requiere de un amplio equipo de trabajo que logre abarcar las distintas disciplinas involucradas en un estudio etnobotánico o etnofarmacológico.

### ***Aspectos botánicos***

Se parte siempre de la correcta identificación del material botánico, pues es el paso inicial para garantizar la calidad del uso.

En cursos, talleres o en la elaboración de fichas de trabajo, se pretende mostrar una base sobre la cual se pueda comprender mejor el objeto que se está utilizando.

Las plantas tienen una morfología lo suficientemente compleja como para permitir a los científicos pasarse la vida entera estudiándolas.

Depende de este equipo señalar las características visibles o detectables (aromas, por ejemplo), que permitan diferenciar una planta de otra para evitar confusiones.

### ***Composición química***

El uso de una planta depende de la presencia de compuestos con actividad farmacológica, por lo cual es imprescindible realizar una evaluación cualitativa y cuantitativa de los componentes químicos de la planta que se va a estudiar.

El método químico de extracción debe semejar la forma de preparación tradicional; es decir, si se usa una infusión se puede comenzar analizando los aceites esenciales, si se usa una decocción se deberá obtener un extracto fluido, si es una tintura, se analizará mediante una maceración, etc.



### ***Actividad biológica***

El siguiente paso es evaluar si los compuestos obtenidos en la evaluación química tienen actividad biológica relacionada con el uso terapéutico en cuestión.

Para esto se realizan ensayos de actividad biológica generalmente en ratones de laboratorio, antes de lo cual el equipo de toxicología debe determinar las dosis tóxicas y letales.

### ***Toxicología***

Para garantizar la seguridad del uso, es preciso realizar pruebas de toxicidad, por lo que esta parte del equipo debe encontrar:

**La dosis:** o cantidad de droga utilizada. **La dosis terapéutica o efectiva (DE):** aquella cantidad que efectivamente tiene efecto terapéutico.

**La dosis tóxica:** aquella cantidad de droga superior a la dosis terapéutica, que causa reacciones indeseables.

**La dosis letal:** es la cantidad de droga cuyo efecto es la muerte. **La dosis letal 50 (DL 50):** que es la cantidad de droga que mata a la mitad de la población.

Esto permite calcular el índice terapéutico, que es la relación entre efecto terapéutico y efecto letal.

### ***H. Efectos adversos***

La mayoría de las preparaciones reconocidas a lo largo de los años por una comunidad pueden ser beneficiosas cuando se utilizan correctamente; en caso contrario, pueden ser altamente peligrosos.

Existe la errónea creencia de que todo lo natural es bueno o inocuo, por lo que hay que dar a conocer que toda hierba que puede curar también puede matar.

Por otra parte el efecto tóxico de una planta puede variar de un individuo a otro, dependiendo de su acervo genético, de su contextura, salud, sus hábitos alimenticios y hasta de su cultura.

### ***Contraindicaciones***

Existen pocos estudios que reflejen la toxicidad de las plantas de uso común.

En cualquier caso, no se recomienda el uso de plantas en mujeres embarazadas, durante la lactancia ni en niños menores de dos años.

### ***Errores de identificación***

La complejidad de la morfología vegetal es tal que resulta imprescindible contar con la confirmación de un especialista para la correcta identificación de una planta o un segmento de ella.

Por otra parte, es bastante común designar un uso popular determinado a una planta a través de su nombre común; pero se sabe que este nombre no es constancia suficiente de identificación. Un nombre común puede designar muchas plantas o una misma planta puede ser conocida por numerosos nombres comunes.

Esta es la razón de la impotancia del uso del nombre científico pues este es único y universal para cada especie.

### ***Preparación y dosificación***

Es indispensable conocer y respetar la forma idónea de preparación y forma de administración, puesto que de ello depende la extracción y funcionamiento del principio activo determinado.

En algunos casos se sugiere el uso en cataplasma dado que la planta puede ser tóxica por vía oral. O bien una planta diluída en una infusión puede resultar inocua pero perjudicial por vía tópica.

El error quizás más común es tratar de aumentar la dosis pensando que más cantidad puede aliviar más rápido la dolencia. Pero es preciso dar a conocer que los principios terapéuticos son los mismos principios tóxicos pero en dosis diferentes.

### ***Transculturización***

La mayor parte de los usos tradicionales de las plantas están respaldados por años de experiencia; sin embargo, al paso de cada generación se pierden fragmentos de la información original.

Cuando las personas se mudan de su lugar de nacimiento se llevan consigo muchas de las tradiciones; sin embargo, al llegar a otras culturas se pueden asumir nuevas formas de preparación de plantas medicinales o incluso dejar de consumirlas.

Puede ser frecuente que al no encontrar las mismas plantas, las personas pretendan usar otra aparentemente similares sin el conocimiento de su verdadera identidad.

### ***I. Retribución***

A partir de 1995 se están desarrollando estrategias para retribuir a las comunidades por su participación en las investigaciones etnobotánicas.

Esto permitirá la continuidad de los estudios y la reivindicación de la población defensora de sus tradiciones.

### ***Charlas***

El dictado de charlas divulgativas sobre los resultados de la investigación realizada suelen ser de gran aceptación por parte de la comunidad.

En este tipo de eventos todas las personas comparten la información en un mismo momento y hay espacio para resolver las dudas.

Es el momento apropiado para hacer énfasis en la calidad, seguridad y eficacia del uso de plantas medicinales.

### ***Trípticos***

La elaboración de trípticos informativos puede resultar de gran valor en comunidades pequeñas. Se pueden incluir descripciones botánicas con ilustraciones así como los estudios toxicológicos para garantizar la seguridad del uso.

En el 2002 y 2003 dos grupos de estudiantes de la Universidad Santa María realizaron trípticos para informar a las comunidades de "El Amarillo" y "El Hatillo" respecto a dos estudios de vigencia del uso de plantas medicinales en esas zonas.

**Servicio comunitario**

Los mecanismos aparentemente más viables de retribución a las comunidades son las estrategias de organización y desarrollo comunitario. Estas tienen que ver con aspectos educativos, agroecológicos, económicos, entre otros.

En el 2007 un grupo de estudiantes de la Facultad de Farmacia realizó una visita evaluativa al estado Amazonas con la finalidad de identificar las rutas posibles de retribución en caso de realizar un estudio etnobotánico.

Lamentablemente, se ha sobreexplotado ese recurso y ya no hay un interés de la comunidad por este tipo de estudio; se percibió que se habían realizado numerosos estudios previos y la comunidad no ha recibido nada a cambio.

**Colección y descripción de muestras botánicas**

Ver “Guía para colaboradores (MYF)” que se entregará por separado

**Ejemplo de descripción taxonómica**

**Hierba** terrestre, trepadora, hasta de 2 m de alto. *Látex* amarillento, viscoso. **Tallos** pubescentes, armados, cuadrangulares en sección transversal, esponjosos; pelos simples, blanquecinos, distribuidos en las aristas de los tallos. *Espinas* rojizas, alternas a las hojas. **Hojas** alternas, compuestas, imparipinnadas, con estípulas. *Estípulas* opositifolias, lanceoladas, rojizas, con nervadura prominente; dos glándulas cóncavas en la base de la lámina. *Pecíolo* engrosado, pubescente, de 6-8 mm; *raquis* pubescente, de 4-5 cm; *folíolos* 7-9, elípticos, membranosos, pubescentes, sésiles, sin estipelas, 3-5 cm de ancho x 5-7 cm de largo; base aguda, simétrica, margen crenado, ápice obtuso, emarginado; puntos translúcidos en los extremos de los nervios principales. **Flores** 10-15, pediceladas, amarillas, hermafroditas, zigomorfas, en racimos terminales. *Brácteas* 2, anaranjadas, pubescentes, elíptico-lanceoladas. *Pedicelo* rojo, 1,5-2 cm de largo. *Cáliz* dialisépalo, sépalos 5, apiculados, rojos; *corola* gamopétala, bilabiada, el labio inferior trilobulado, con guías de néctar rojas, el labio superior bilobulado, pubescente en su interior, los pelos simples, blancos; *estambres* 10, didínamos, epipétalos, libres entre sí; filamentos rojizos, glabros, con un apéndice alado en la parte basal; anteras versátiles, extrorsas; polen abundante, amarillo; *ovario* súpero (sincárpico), trilocular; placentación axial, óvulos numerosos; estigma sésil, trilobulado. **Fruto** una baya, 10-15 cm de diámetro, marrón cuando inmadura, roja cuando madura. **Semillas** marrones con arilo carnoso, comestible. **Síndromes:** melitofilia y zoocoria.

**Profesores (parte de Botánica)**

Dr. Stephen Tillett (jubilado)  
Ftico. Gerard Haiek  
Lic. Giovannina Orsini



Guía elaborada por:

Giovannina Orsini Velásquez,  
Septiembre 2007–Febrero 2014

Digitalización de imágenes de libros:  
Stephen Tillett

Algunas imágenes son cortesía de:  
Dilia Velásquez (USB) y Rodmar Rivero (Ciencias-UCV)

**IMPORTANTE:** mucha de esta información ha sido escrita como resumen para la presentación de un concurso de oposición. No se incluyeron las fuentes originales por motivos logísticos. Puede ser usada como información complementaria pero no para ser citada en trabajos subsiguientes.